

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-174048

(43)Date of publication of application : 11.07.1995

(51)Int.Cl.

F02M 25/07

F02M 25/08

(21)Application number : 05-319746

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

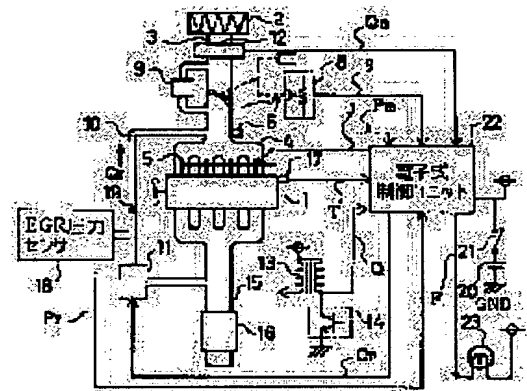
(22)Date of filing : 20.12.1993

(72)Inventor : OUCHI YASUSHI

(54) EXHAUST GAS RECIRCULATION CONTROLLER**(57)Abstract:**

PURPOSE: To correctly carry out the exhaust gas recirculation control at all times by controlling the EGR flow rate so that the actual EGR rate based on the intake air quantity and the internal pressure in an intake pipe and the internal pressure of an EGR pipe accords with the target EGR rate based on the operation state information of an internal combustion engine.

CONSTITUTION: Exhaust gas is allowed to recirculate to an intake pipe 3 through an EGR pipe 10 having an EGR valve 11. The EGR valve 11 is controlled by an electronic type control unit 22 on the basis of the operation state information of an internal combustion engine which is detected by a sensor means. In this case, as the sensor means, are arranged a sensor 12 for detecting the intake air quantity in the intake pipe 3, sensor 6 for detecting the internal pressure of the intake pipe 3, and a sensor 18 for detecting the internal pressure of the EGR pipe 10. The electronic type control unit 22 calculates the target EGR rate according to the operation state information. Further, the actual EGR rate is calculated on the basis of the detection values of the sensors 6, 12, and 18. Further, the EGR flow rate is controlled so that the actual value of the EGR rate accords with the target value, and the erroneous control due to the dispersion of the EGR valve, etc., and the variation due to the lapse of time are prevented, and the reliability is improved.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

17.07.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2922103

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] EGR tubing which makes an internal combustion engine's exhaust gas flow back to an inlet pipe, and the EGR valve which controls the EGR flow rate of the exhaust gas which flows in said EGR tubing, It has a sensor means to detect said internal combustion engine's operational status, and the EGR flow rate control means which controls said EGR valve according to the operational status information from said sensor means. In the exhaust gas reflux control unit which makes a part of said internal combustion engine's exhaust gas flow back again to said internal combustion engine said sensor means The intake air flow sensor which detects the inhalation air content to said inlet pipe, and the pressure-of-induction-pipe force sensor which detects the pressure within [said] inhalation of air, A target EGR rate calculation means to compute a target EGR rate according to said operational status information including the EGR pressure sensor which detects the pressure in said EGR tubing, It has an EGR flow rate calculation means including a real EGR rate calculation means to compute an actual EGR rate based on said inhalation air content, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure. Said EGR flow rate control means The exhaust gas reflux control unit characterized by controlling said EGR flow rate so that said EGR rate is in agreement with said target EGR rate by changing the path area of said EGR valve.

[Claim 2] The exhaust gas reflux control unit of claim 1 characterized by preparing an orifice in said EGR tubing of the downstream rather than the installation location of said EGR pressure sensor.

[Claim 3] The exhaust gas reflux control unit of claim 1 characterized by establishing an atmospheric pressure detection means to ask for atmospheric pressure based on said pressure-of-induction-pipe force at the time of said internal combustion engine's idle state, or the full open condition of said inlet pipe, or claim 2.

[Claim 4] EGR tubing which makes an internal combustion engine's exhaust gas flow back to an inlet pipe, and the EGR valve which controls the EGR flow rate of the exhaust gas which flows in said EGR tubing, It has a sensor means to detect said internal combustion engine's operational status, and the EGR flow rate control means which controls said EGR valve according to the operational status information from said sensor means. In the exhaust gas reflux control unit which makes a part of said internal combustion engine's exhaust gas flow back again to said internal combustion engine said sensor means The intake air flow sensor which detects the inhalation air content to said inlet pipe, and the EGR pressure sensor which detects the pressure in said EGR tubing are included. A pressure-of-induction-pipe force calculation means to compute the pressure within [said] inhalation of air based on said internal combustion engine's rotational frequency and said inhalation air content, A target EGR rate calculation means to compute a target EGR rate according to said operational status information, It has an EGR flow rate calculation means including a real EGR rate calculation means to compute an actual EGR rate based on said inhalation air content, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure. Said EGR flow rate control means The exhaust gas reflux control unit characterized by controlling said EGR flow rate so that said EGR rate is in agreement with said target EGR rate by changing the path area of said EGR valve.

[Claim 5] A means to judge said internal combustion engine's steady operation condition, and the EGR control prohibition means which sets said EGR flow rate to 0 compulsorily when judged with said steady operation condition, An EGR pressure deflection calculation means to compute the deflection of the EGR pressure at the time of the EGR control in said steady operation condition, and the EGR pressure in an EGR control prohibition condition, The exhaust gas reflux control unit of claim 4 characterized by establishing a

pressure-of-induction-pipe force amendment means to amend said pressure-of-induction-pipe force based on said EGR pressure deflection.

[Claim 6] EGR tubing which makes an internal combustion engine's exhaust gas flow back to an inlet pipe, and the EGR valve which controls the EGR flow rate of the exhaust gas which flows in said EGR tubing, It has a sensor means to detect said internal combustion engine's operational status, and the EGR flow rate control means which controls said EGR valve according to the operational status information from said sensor means. In the exhaust gas reflux control unit which makes a part of said internal combustion engine's exhaust gas flow back again to said internal combustion engine said sensor means The pressure-of-induction-pipe force sensor which detects the pressure within [said] inhalation of air, and the EGR pressure sensor which detects the pressure in said EGR tubing are included. An inhalation air content calculation means to compute the inhalation air content to said inlet pipe based on said internal combustion engine's rotational frequency and pressure-of-induction-pipe force, A target EGR rate calculation means to compute a target EGR rate according to said operational status information, It has an EGR flow rate calculation means including a real EGR rate calculation means to compute an actual EGR rate based on said inhalation air content, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure. Said EGR flow rate control means The exhaust gas reflux control unit characterized by controlling said EGR flow rate so that said EGR rate is in agreement with said target EGR rate by changing the path area of said EGR valve.

[Claim 7] A means to judge said internal combustion engine's steady operation condition, and the EGR control prohibition means which sets said EGR flow rate to 0 compulsorily when judged with said steady operation condition, An EGR pressure deflection calculation means to compute the deflection of the EGR pressure at the time of the EGR control in said steady operation condition, and the EGR pressure in an EGR control prohibition condition, The exhaust gas reflux control unit of claim 6 characterized by establishing an inhalation air content amendment means to amend said inhalation air content based on said EGR pressure deflection.

[Claim 8] The exhaust gas reflux control unit of claim 6 characterized by establishing an atmospheric pressure detection means to ask for atmospheric pressure based on said pressure-of-induction-pipe force at the time of said internal combustion engine's idle state, or the full open condition of said inlet pipe, or claim 7.

[Claim 9] One from claim 1 characterized by establishing the evapotranspiration gas recovery means for collecting the evapotranspiration gas from a fuel tank to said internal combustion engine, an amount detection means of evapotranspiration gas installation to detect the amount of installation of said evapotranspiration gas, and an EGR flow rate amendment means to amend said EGR flow rate according to said amount of evapotranspiration gas installation to claim 8 of exhaust gas reflux control units.

[Claim 10] One from claim 1 characterized by establishing the evapotranspiration gas recovery means for collecting the evapotranspiration gas from a fuel tank to said internal combustion engine, and an evapotranspiration gas recovery prohibition means to forbid actuation of said evapotranspiration gas recovery means during activation of said EGR control to claim 8 of exhaust gas reflux control units.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the exhaust gas reflux control device which prevented the incorrect control which originates in variations and aging, such as an EGR valve, especially about the exhaust gas reflux control device which used the EGR valve of a stepper motor mold in order to make an internal combustion engine's exhaust gas flow back (henceforth EGR), and raised dependability.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to lower an internal combustion engine's combustion temperature and to control the NOx component in exhaust gas in internal combustion engine control units, such as an automobile engine, conventionally, the EGR control technique of making a part of exhaust gas flowing back again to an internal combustion engine is known well. Drawing 16 is the block diagram showing roughly the whole system of the conventional exhaust gas reflux control unit.

[0003] An air cleaner for an internal combustion engine, i.e., an engine, and 2 to purify the inhalation air to an engine 1 in drawing in 1, An inlet pipe for 3 to supply the air through an air cleaner 2 to an engine 1, The intake manifold by which 4 was prepared in the downstream of an inlet pipe 3, i.e., the inspired air flow path of an engine 1 (It is hereafter called IMMANI), the injector with which 5 injects a fuel in IMMANI 4 of an inlet pipe 3, The throttle valve which 7 is prepared in an inlet pipe 3 and controls an inhalation-of-air flow rate, the throttle opening sensor by which 8 detects the opening theta of a throttle valve 7, and 9 are bypass air control-of-flow means to control the air flow rate of the path which bypasses the upstream and the downstream of a throttle valve 7.

[0004] EGR tubing for 10 to make the exhaust gas of an engine 1 flowing back to an inlet-pipe 3 side and 11 are the EGR valves of the stepper motor mold which controls the flow rate of the exhaust gas which flows the EGR tubing 10. The EGR valve 11 constitutes the EGR flow rate control means which controls an EGR flow rate to become a flow rate according to the operational status of an engine 1.

[0005] 12 is an intake air flow sensor which detects the inhalation air content Qa to an inlet pipe 3, for example, consists of a vane scheme, and measures a volumetric flow rate as a detection air content Qa. Therefore, the intake temperature sensor and the atmospheric-pressure sensor (neither is illustrated) are formed in the interior or the exterior of an intake air flow sensor 12, and the mass air content actually inhaled by the engine 1 is measured.

[0006] An exhaust pipe for the ignition coil which generates the high voltage for 13 to burn each gas column of an engine 1, the ignitor to which 14 carries out energization cutoff of the upstream current of an ignition coil 13, and 15 to discharge the exhaust gas after combustion with an engine 1, and 16 are the catalysts for exhaust gas purification prepared in the lower stream of a river of an exhaust pipe 15.

[0007] The ignition signal Q from the ignition coil 13 driven by the ignitor 14 supports the rotational frequency of an engine 1, and functions also as a sensor signal showing a rotational frequency. 17 is a coolant temperature sensor which detects the temperature T of the cooling water of an engine 1, and constitutes a sensor means to offer the operational status information on an engine 1 with the throttle opening sensor 8 and ignition coil 13 grade. The dc-battery with which 20 becomes the power source of mounted equipment, and 21 are the ignition key switches for being closed at the time of starting and supplying the power of a dc-battery 20 to mounted equipment.

[0008] 22 is the electronic formula control unit which consists of a computer system started by the electric

supply from a dc-battery 20, incorporates the operational-status information (namely, the throttle opening θ , the inhalation air content Q_a , a circulating water temperature T , the ignition signal Q , etc.) from various sensor means, and outputs the combustion injection control signal J over an injector 5, and the EGR control signal Cr over the EGR valve 11 including the combustion injection-quantity calculation means, the EGR flow rate calculation means, etc. compute the combustion injection quantity and the EGR flow rate Q_r according to operational-status information.

[0009] Drawing 17 is the block diagram showing the detail configuration of the electronic formula control unit 22 in drawing 16. CPU200 which 100 is a microcomputer and computes the control signal J of an injector 5, the control signal Cr of the EGR valve 11, etc. in drawing according to a predetermined program based on the operational status information Q , Q_a , θ , and T , The counter 201 of free running for measuring the rotation period of an engine 1, The timer 202 which clocks time amount for various control, and A/D converter 203 which changes an analog input signal into a digital signal, It consists of RAM205 used as work-piece memory, ROM206 various programs of operation are remembered to be, an output port 207 for outputting each control signals J and Cr , and a common bus 208 which combines each elements 201-207 with CPU200.

[0010] 101 is the 1st input interface circuitry, it shapes the ignition signal Q of the upstream of an ignition coil 13 in waveform, considers as an interrupt signal, and is inputted into a microcomputer 100. When this interrupt signal occurs, it computes the rotation period of an engine 1 from the difference of these readings and the last readings, and is made to memorize it to RAM205 while CPU200 in a microcomputer 100 reads the value of a counter 201.

[0011] 102 is the 2nd input interface circuitry, incorporates each sensor signals θ , Q_a , and T from the throttle opening sensor 8, an intake air flow sensor 12, and coolant temperature sensor 17 grade, and inputs them into A/D converter 203. 104 is an output interface circuitry, amplifies, the drive outputs J and Cr , i.e., the control signals, from an output port 207, and outputs them to an injector 5 and the EGR valve 11.

[0012] Drawing 18 is the sectional side elevation showing the structure of the EGR valve 11, and 30 is attached in the valve body upper part of the EGR valve 11. The EGR valve 11 The stepper motor of an unipolar mold controllable to 48 steps from a close by-pass bulb completely to full open, The motor shaft with which the rotation drive of 31 is carried out by the stepper motor 30, the delivery screw by which a vertical drive is carried out by interlocking with [shaft / 31 / motor] 32 and rotating, The valve stem for the vertical drive of 33 being carried out with the delivery screw 32, and adjusting the path area of the EGR valve 11, The compression spring to which 34 energizes a valve stem 33 in a direction a top (disconnection), and 35 are the translators containing the delivery screw 32 which is formed between the motor shaft 31 of a stepper motor 30, and a valve stem 32, and changes rotation of the motor shaft 31 into vertical motion of a valve stem 33.

[0013] Drawing 19 is the property Fig. showing the relation between the flow rate [a part for liter/] of the EGR valve 11, and the number of steps of a stepper motor 30, an axis of abscissa expresses the number of steps of a stepper motor 30, and an axis of ordinate expresses an EGR flow rate. the flow characteristics of drawing 19 -- setting -- the number of steps of a stepper motor 30 -- the EGR valve 11 is [the EGR valve 11 / the number of steps of a close by-pass bulb completely and a stepper motor 30] opened fully by "0" "48."

[0014] In this case, it is shown that differential pressure ΔP of the inlet port of the EGR valve 11 and an outlet is set to 200mmHg(s) at the time of full open of the EGR valve 11 (an EGR flow rate is 500 [a part for liter/]). It cannot be overemphasized that differential pressure ΔP before and behind the EGR valve 11 becomes higher in a close-by-pass-bulb-completely side than 200mmHg(s).

[0015] Drawing 20 and drawing 21 are flow charts which show actuation of CPU200 of the conventional exhaust gas reflux control device, drawing 20 shows processing of a main routine and drawing 21 shows an EGR control manipulation routine. Next, actuation of the conventional exhaust gas reflux control unit shown in drawing 16 - drawing 18 is explained, referring to drawing 19 - drawing 21.

[0016] First, in other control processing step S1 in a main routine, processing of calculation of the engine speed N_e based on the ignition signal Q , reading of the sensor signal from A/D converter 203, fuel control, etc. is performed. After this control processing step S1 is completed, the EGR control processing step S2 is carried out, and it returns to step S1. Control of an engine 1 is carried out by the above control processing

steps S1 and S2.

[0017] The EGR control processing step S2 in drawing 20 is specifically performed like drawing 21. First, in step S601, engine-speed Ne and the inhalation air content Qa which processing has already ended by other control manipulation routines S1 are read. Then, in step S602, the target stepper motor opening (number of steps) decided beforehand is computed based on the engine speed Ne and the inhalation air content Qa which were read.

[0018] Then, in order to carry out amendment by the engine standby of an engine 1, in step S603, the water temperature [finishing / processing] T is read by other manipulation routines S1. Next, in step S604, according to water temperature T, the target stepper motor opening for which it asked by S602 is amended so that it may decrease the more, the more water temperature T is low.

[0019] The return of the stepper motor 30 is driven and carried out so that it may finally become the target stepper motor opening computed and amended at steps S602 and S604 in step S605. Control of the EGR flow rate Qr is performed by the above processing steps S601-S605.

[0020] Next, concrete actuation of a stepper motor 30 is explained, referring to drawing 22 and drawing 23. Drawing 22 (a) and (b) are the explanatory views showing the relative relation of each phase of the stepper motor 30 which drives the EGR valve 11, and the connection relation between a stepper motor 30 and the electronic formula control unit 22. Moreover, drawing 23 (a) and (b) are the explanatory views showing the drive pattern and hand of cut by 2 phase excitation method of a stepper motor 30.

[0021] As shown in drawing 22, the coil of Coil A and Coil B is a BAIFEIRA volume which has PURASUKOMON of a dc-battery 20, and if one side is excited on the same coil, the direction of magnetic flux of another side is constituted so that it may become reverse, respectively.

[0022] Thus, if the constituted stepper motor 30 is driven by 2 phase excitation method shown in drawing 23, in a step location "0", the stator (slash section in drawing 22 (a)) of (1) phase shown by the number in the circle of drawing 22 and (2) phases will be excited. Therefore, a stator serves as magnetic pole (N, S) distribution shown in drawing 22 (a), and the south pole of Rota is positioned in response to this in the step location "0" equivalent to the center section of the N pole compounded by (1) phase and (2) phases.

[0023] In a step location "1", the magnetic pole of Coil A is reversed, and since excitation of (1) phase is solved and (3) phases are excited, the south pole of Rota moves to the step location "1" which is equivalent to the center section of the N pole compounded by (2) phases and (3) phases like the arrow head shown in drawing 22 (a).

[0024] In a step location "2", the magnetic pole of Coil B is reversed, and since excitation of (2) phases is solved and (4) phases are excited, the south pole of Rota moves to a step location "2" further. Excited hereafter shifting two phases at a time, rotating magnetic field occur by giving the same pattern, step migration is repeated, and the motor shaft 31 rotates counterclockwise like drawing 23 (b). Moreover, if a pattern is changed in the direction contrary to drawing 23 (a), the hand of cut of the motor shaft 31 will serve as reverse (clockwise rotation).

[0025] alpha (it corresponds to a flow rate Qr) is [whenever / valve-opening / of the EGR valve 11] controllable using the above approach by exciting each coil of a stepper motor 30 with the predetermined time interval tau (100 m seconds, 100PPS [a pulse per second] fairly) in drawing 23 (a).

[0026] Here, although the EGR valve 11 of a stepper motor mold was used as an actuator for the amount control of EGR(s), the EGR valve of a vacuum motor mold may be used. In this case, if the position sensor for detecting alpha whenever [EGR valve-opening] is prepared further, alpha can be controlled whenever [EGR valve-opening] like ****, and the EGR flow rate Qr can be controlled.

[0027] However, since alpha is controlled whenever [EGR valve-opening], when plugging of the EGR valve 11 etc. occurs by the manufacture variation and aging of the EGR valve 11, error deltaQr is produced in the relation between alpha and the EGR flow rate Qr whenever [EGR valve-opening] as shown in drawing 24, and there is a possibility that an exhaust-gas discharge may increase. In drawing 24, the property of the valve plugging article [according / a broken line / to aging] according [a continuous line] to the property of a normal article and an alternate long and short dash line are the upper limits and minimum properties of manufacture variation.

[0028] If variation deltaQr of EGR flow characteristics like drawing 24 arises, it will become impossible to obtain the exact EGR flow rate Qr, but to correspond to strengthening of a value for control of exhaust gas

which is seen especially in California in the United States in recent years only by alpha, whenever [EGR valve-opening]. Moreover, an error arises to the EGR flow rate Q_r similarly by the variation in an engine 1 or other components.

[0029] Furthermore, since an evapotranspiration gas recovery system operates independently to EGR control in the case of the EGR control unit equipped with the evapotranspiration gas recovery system (not shown), EGR control and an evapotranspiration gas recovery system can operate to coincidence. The pressure-of-induction-pipe force P_m will change with the effects of [at the time of actuation of an evapotranspiration gas recovery system], and it will become impossible in this case, to compute the exact EGR flow rate Q_r .

[0030]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since the conventional exhaust gas reflux control unit is constituted as mentioned above and the EGR flow rate Q_r was controlled by alpha whenever [according to operational status / EGR valve-opening], when EGR valve plugging occurred by the manufacture variation and aging of the EGR valve 11, there was a trouble that produced an error in the relation between alpha and the EGR flow rate Q_r whenever [EGR valve-opening], and an exhaust-gas discharge increased as shown in drawing 24 .

[0031] Moreover, there was a trouble that an error arose to the EGR flow rate Q_r similarly, and an exhaust-gas discharge increased also by the variation in an engine 1 or other components.

[0032] Furthermore, when it had an evapotranspiration gas recovery system and an evapotranspiration gas recovery system operated to EGR control and coincidence, the pressure-of-induction-pipe force P_m changed with the effects of [at the time of actuation of an evapotranspiration gas recovery system], and there was a trouble that it became impossible to compute the exact EGR flow rate Q_r , an error arose to the EGR flow rate Q_r , and an exhaust-gas discharge increased.

[0033] It was not made in order that claim 1 of this invention might solve the above troubles, and it aims at obtaining the exhaust gas reflux control unit which cannot be based on the property variation of an EGR valve, but can control an EGR flow rate correctly.

[0034] Moreover, claim 2 of this invention aims at obtaining the exhaust gas reflux control unit which can control an EGR flow rate still more correctly in claim 1.

[0035] Moreover, claim 3 of this invention aims at obtaining the exhaust gas reflux control unit which can omit an atmospheric pressure sensor in claim 1 or claim 2.

[0036] Moreover, claim 4 of this invention aims at obtaining the exhaust gas reflux control unit which raised the dependability of EGR control of flow by omitting a pressure-of-induction-pipe force sensor, without causing a cost rise.

[0037] Moreover, claim 5 of this invention aims at obtaining the exhaust gas reflux control unit which raised the dependability of EGR control of flow further by amending the pressure-of-induction-pipe force searched for by the operation in claim 4, and compensating the error by the engine or other components variations.

[0038] Moreover, claim 6 of this invention aims at obtaining the exhaust gas reflux control unit which raised the dependability of EGR control of flow by omitting an intake air flow sensor, without causing a cost rise.

[0039] Moreover, claim 7 of this invention aims at obtaining the exhaust gas reflux control unit which raised the dependability of EGR control of flow further by amending the inhalation air content calculated by the operation in claim 6, and compensating the error by the engine or other components variations.

[0040] Moreover, claim 8 of this invention aims at obtaining the exhaust gas reflux control unit which can omit an atmospheric pressure sensor in claim 6.

[0041] Moreover, claim 9 and claim 10 of this invention aim at obtaining the exhaust gas reflux control unit which raised the dependability of EGR control of flow further by preventing the pressure-of-induction-pipe force change by actuation of an evapotranspiration gas recovery system, and losing the effect of an evapotranspiration gas recovery system.

[0042]

[Means for Solving the Problem] The exhaust gas reflux control unit concerning claim 1 of this invention EGR tubing which makes an internal combustion engine's exhaust gas flow back to an inlet pipe, and the

EGR valve which controls the EGR flow rate of the exhaust gas which flows in EGR tubing, It has a sensor means to detect an internal combustion engine's operational status, and the EGR flow rate control means which controls an EGR valve according to the operational status information from a sensor means. In the exhaust gas reflux control unit which makes a part of an internal combustion engine's exhaust gas flow back again to an internal combustion engine a sensor means The intake air flow sensor which detects the inhalation air content to an inlet pipe, and the pressure-of-induction-pipe force sensor which detects the pressure within inhalation of air, A target EGR rate calculation means to compute a target EGR rate according to operational status information including the EGR pressure sensor which detects the pressure in EGR tubing, It has an EGR flow rate calculation means including a real EGR rate calculation means to compute an actual EGR rate based on an inhalation air content, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure. An EGR flow rate control means By changing the path area of an EGR valve, an EGR flow rate is controlled so that an EGR rate is in agreement with a target EGR rate.

[0043] Moreover, the exhaust gas reflux control unit concerning claim 2 of this invention prepares an orifice in EGR tubing of the downstream rather than the installation location of an EGR pressure sensor in claim 1.

[0044] Moreover, the exhaust gas reflux control unit concerning claim 3 of this invention establishes an atmospheric pressure detection means to ask for atmospheric pressure based on the pressure-of-induction-pipe force at the time of an internal combustion engine's idle state or the full open condition of an inlet pipe, in claim 1 or claim 2.

[0045] Moreover, the exhaust gas reflux control unit concerning claim 4 of this invention EGR tubing which makes an internal combustion engine's exhaust gas flow back to an inlet pipe, and the EGR valve which controls the EGR flow rate of the exhaust gas which flows in EGR tubing, It has a sensor means to detect an internal combustion engine's operational status, and the EGR flow rate control means which controls an EGR valve according to the operational status information from a sensor means. In the exhaust gas reflux control unit which makes a part of an internal combustion engine's exhaust gas flow back again to an internal combustion engine a sensor means A pressure-of-induction-pipe force calculation means to compute the pressure within inhalation of air based on an internal combustion engine's rotational frequency and inhalation air content including the intake air flow sensor which detects the inhalation air content to an inlet pipe, and the EGR pressure sensor which detects the pressure in EGR tubing, A target EGR rate calculation means to compute a target EGR rate according to operational status information, It has an EGR flow rate calculation means including a real EGR rate calculation means to compute an actual EGR rate based on an inhalation air content, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure. An EGR flow rate control means By changing the path area of an EGR valve, an EGR flow rate is controlled so that an EGR rate is in agreement with a target EGR rate.

[0046] Moreover, the exhaust gas reflux control unit concerning claim 5 of this invention A means to judge an internal combustion engine's steady operation condition in claim 4, and the EGR control prohibition means which sets an EGR flow rate to 0 compulsorily when judged with a steady operation condition, An EGR pressure deflection calculation means to compute the deflection of the EGR pressure at the time of the EGR control in a steady operation condition and the EGR pressure in an EGR control prohibition condition, and a pressure-of-induction-pipe force amendment means to amend the pressure-of-induction-pipe force based on EGR pressure deflection are established.

[0047] Moreover, the exhaust gas reflux control unit concerning claim 6 of this invention EGR tubing which makes an internal combustion engine's exhaust gas flow back to an inlet pipe, and the EGR valve which controls the EGR flow rate of the exhaust gas which flows in EGR tubing, It has a sensor means to detect an internal combustion engine's operational status, and the EGR flow rate control means which controls an EGR valve according to the operational status information from a sensor means. In the exhaust gas reflux control unit which makes a part of an internal combustion engine's exhaust gas flow back again to an internal combustion engine a sensor means An inhalation air content calculation means to compute the inhalation air content to an inlet pipe based on an internal combustion engine's rotational frequency and pressure-of-induction-pipe force including the pressure-of-induction-pipe force sensor which detects the pressure within inhalation of air, and the EGR pressure sensor which detects the pressure in EGR tubing, A target EGR rate calculation means to compute a target EGR rate according to operational status

information, It has an EGR flow rate calculation means including a real EGR rate calculation means to compute an actual EGR rate based on an inhalation air content, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure. An EGR flow rate control means By changing the path area of an EGR valve, an EGR flow rate is controlled so that an EGR rate is in agreement with a target EGR rate.

[0048] Moreover, the exhaust gas reflux control unit concerning claim 7 of this invention A means to judge an internal combustion engine's steady operation condition in claim 6, and the EGR control prohibition means which sets an EGR flow rate to 0 compulsorily when judged with a steady operation condition, An EGR pressure deflection calculation means to compute the deflection of the EGR pressure at the time of the EGR control in a steady operation condition and the EGR pressure in an EGR control prohibition condition, and an inhalation air content amendment means to amend an inhalation air content based on EGR pressure deflection are established.

[0049] Moreover, the exhaust gas reflux control unit concerning claim 8 of this invention establishes an atmospheric pressure detection means to ask for atmospheric pressure based on the pressure-of-induction-pipe force at the time of an internal combustion engine's idle state or the full open condition of an inlet pipe, in claim 6 or claim 7.

[0050] Moreover, the exhaust gas reflux control unit concerning claim 9 of this invention establishes the evapotranspiration gas recovery means for collecting the evapotranspiration gas from a fuel tank from claim 1 to an internal combustion engine in either to claim 8, an amount detection means of evapotranspiration gas installation to detect the amount of installation of evapotranspiration gas, and an EGR flow rate amendment means to amend an EGR flow rate according to the amount of evapotranspiration gas installation.

[0051] Moreover, the exhaust gas reflux control unit concerning claim 9 of this invention establishes the evapotranspiration gas recovery means for collecting the evapotranspiration gas from a fuel tank from claim 1 to an internal combustion engine in either to claim 8, and an evapotranspiration gas recovery prohibition means to forbid actuation of an evapotranspiration gas recovery means during activation of EGR control.

[0052]

[Function] In claim 1 of this invention, operational status, an inhalation air content, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure are detected, presumed calculation of a target EGR rate and the real EGR rate is carried out according to a predetermined formula from operational status, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure, and whenever [EGR valve-opening] is controlled based on an inhalation air content, a target EGR rate, and a real EGR rate. This controls an EGR flow rate correctly and an exhaust-gas discharge is reduced.

[0053] Moreover, in claim 2 of this invention, while making remarkable differential pressure of an EGR pressure and the pressure-of-induction-pipe force by the orifice, operational status, an inhalation air content, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure are detected, presumed calculation of a target EGR rate and the real EGR rate is carried out according to a predetermined formula from operational status, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure, and whenever [EGR valve-opening] is controlled based on an inhalation air content, a target EGR rate, and a real EGR rate. This controls an EGR flow rate correctly and an exhaust-gas discharge is reduced.

[0054] Moreover, in claim 3 of this invention, while detecting operational status, an inhalation air content, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure and carrying out presumed detection of the atmospheric pressure from halt operational status or the pressure-of-induction-pipe force in the time of inlet-pipe full open, according to a predetermined formula, presumed calculation of a target EGR rate and the real EGR rate is carried out from operational status, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure, and whenever [EGR valve-opening] is controlled based on an inhalation air content, a target EGR rate, and a real EGR rate. While realizing a cost cut by this, using an atmospheric pressure sensor as unnecessary, an EGR flow rate is controlled correctly and an exhaust-gas discharge is reduced.

[0055] Moreover, in claim 4 of this invention, an exhaust-gas discharge is reduced by detecting operational status, an inhalation air content, and an EGR pressure, carrying out presumed calculation of the pressure-of-induction-pipe force, a target EGR rate, a real EGR rate, and the atmospheric pressure according to a predetermined formula, controlling whenever [EGR valve-opening] based on an inhalation air content, a

target EGR rate, and a real EGR rate, and controlling an EGR flow rate correctly. Moreover, a cost cut is realized, using a pressure-of-induction-pipe force sensor as unnecessary.

[0056] Moreover, in claim 5 of this invention, operational status, an inhalation air content, and an EGR pressure are detected, presumed calculation of the pressure-of-induction-pipe force, a target EGR rate, a real EGR rate, and the atmospheric pressure is carried out according to a predetermined formula, whenever [EGR valve-opening] is controlled based on an inhalation air content, a target EGR rate, and a real EGR rate, and an EGR flow rate is controlled correctly. Thereby, while reducing an exhaust gas discharge, a cost cut is realized, using a pressure-of-induction-pipe force sensor as unnecessary. Moreover, a calculation inhalation air content is amended based on the EGR path pressure deflection of the EGR existence in predetermined operational status, and components variations, such as an engine and an EGR valve, are compensated.

[0057] Moreover, in claim 6 of this invention, an exhaust-gas discharge is reduced by detecting operational status, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure, carrying out presumed calculation of an inhalation air content, a target EGR rate, a real EGR rate, and the atmospheric pressure according to a predetermined formula, controlling whenever [EGR valve-opening] based on an inhalation air content, a target EGR rate, and a real EGR rate, and controlling an EGR flow rate correctly. Moreover, a cost cut is realized, using an intake air flow sensor as unnecessary.

[0058] Moreover, in claim 7 of this invention, operational status, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure are detected, presumed calculation of an inhalation air content, a target EGR rate, a real EGR rate, and the atmospheric pressure is carried out according to a predetermined formula, whenever [EGR valve-opening] is controlled based on an inhalation air content, a target EGR rate, and a real EGR rate, and an EGR flow rate is controlled correctly. Thereby, while reducing an exhaust gas discharge, a cost cut is realized, using an intake air flow sensor as unnecessary. Moreover, a calculation inhalation air content is amended based on the EGR path pressure deflection of the EGR existence in predetermined operational status, and components variations, such as an engine and an EGR valve, are compensated.

[0059] Moreover, in claim 8 of this invention, while detecting operational status, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure and carrying out presumed detection of the atmospheric pressure from halt operational status or the pressure-of-induction-pipe force in the time of full open, according to a predetermined formula, presumed calculation of an inhalation air content, a target EGR rate, and the real EGR rate is carried out from operational status, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure, and whenever [EGR valve-opening] is controlled based on an inhalation air content, a target EGR rate, and a real EGR rate. While this controls an EGR flow rate correctly and reducing an exhaust-gas discharge, a cost cut is realized using an intake air flow sensor and an atmospheric pressure sensor as unnecessary.

[0060] Moreover, in claim 9 of this invention, the amount of evapotranspiration gas installation is computed, an EGR flow rate is amended from the amount of evapotranspiration gas installation, and the effect of an evapotranspiration gas recovery system is lost.

[0061] Moreover, in claim 10 of this invention, the effect of an evapotranspiration gas recovery system is lost by forbidding evapotranspiration gas recovery system behavior at the time of EGR control.

[0062]

[Example]

The example 1 (it corresponds to claim 1 - claim 3) of this invention is explained about drawing below example 1. The block diagram in which drawing 1 shows the whole system of the example 1 of this invention roughly, the block diagram in which drawing 2 shows the detail of the electronic formula control unit 22 in drawing 1, and drawing 3 are the expanded sectional views showing the periphery of the EGR tubing 10 in drawing 1, and 1-5, 7-17, 20-22, 100-105, and 200-208 are the same as that of the above-mentioned in each drawing. In this case, the function of the EGR flow rate control means in the electronic formula control unit 22 differs from the above-mentioned. Moreover, the concrete structure and the drive approach of the EGR valve 11 are as having been shown in drawing 18, drawing 19, drawing 22, and drawing 23. The pressure-of-induction-pipe force sensor by which 6 detects the pressure-of-induction-pipe force P_m of the IMMANI section in an inlet pipe 3, and 18 are EGR pressure sensors which detect the EGR pressure P_r in the EGR tubing 10, and the pressure-of-induction-pipe force P_m and the EGR pressure P_r are inputted into the electronic formula control unit 22.

[0063] 19 is the orifice prepared in the EGR tubing 10 so that it may be easy to produce differential pressure among the both ends of the EGR tubing 10, and it is prepared in the location near the downstream 3, i.e., an inlet pipe, rather than the installation location of the EGR pressure sensor 18. 23 is an alarm lamp which answers an alarm signal F from the electronic formula control unit 22, and is turned on.

[0064] Moreover, in drawing 3, atmospheric pressure for Pa to calculate the inhalation air content Qa as mass in an inlet pipe 3 and Pex are the exhaust gas pressure in an exhaust pipe 15. In addition, since differential pressure exists in the EGR tubing 10 even if it does not form an orifice 19, an orifice 19 is also omissible.

[0065] A target EGR flow rate calculation means to compute the target EGR flow rate Qo according to the operational status information from various sensor means by which the electronic formula control unit 22 contains the pressure-of-induction-pipe force sensor 6, an intake air flow sensor 12, and EGR pressure-sensor 18 grade. It has an atmospheric pressure detection means to ask for atmospheric pressure Pa based on the pressure-of-induction-pipe force Pm at the time of the EGR flow rate control means which controls the EGR valve 11 so that the EGR flow rate Qr is in agreement with the target EGR flow rate Qo, an internal combustion engine's idle state, or the full open condition (full open of a throttle valve 7) of an inlet pipe 3. In this example 1, the target EGR flow rate calculation means is realized as a means to determine the number of steps of a stepping motor.

[0066] Moreover, the EGR flow rate calculation means in the electronic formula control unit 22 A target EGR rate calculation means to compute target EGR rate betao according to operational status information, A real EGR rate calculation means to compute actual EGR rate betar based on the inhalation air content Qa, the pressure-of-induction-pipe force Pm, and the EGR pressure Pr is included. An EGR flow rate control means By changing the path area of the EGR valve 11, the EGR flow rate Qr is controlled so that EGR rate betar is in agreement with target EGR rate betao.

[0067] In addition, EGR rate betar is a thing [as opposed to / a thing / the new inhalation air content Qa] of the EGR flow rate Qr, and is a value expressed by the relational expression (Qr/Qa) mentioned later. Moreover, target EGR rate betao is a value beforehand set up according to various service conditions (operational status information).

[0068] Next, actuation of the example 1 of this invention shown in drawing 1 - drawing 3 is explained, referring to the flow chart of drawing 4 and drawing 5. Activation of EGR control processing (step S2) of the main routine of drawing 20 performs the EGR control manipulation routine of drawing 4 as follows.

[0069] First, in step S131, target stepper motor opening alphao and target EGR rate betao which were decided beforehand are read based on the information which read engine-speed Ne, the inhalation air content Qa, water temperature T, etc., then was read in step S132 based on various sensor input signals. These steps S131 and S132 are equivalent to steps S601-S604 of the above-mentioned (drawing 21) except for reading target EGR rate betao.

[0070] Here, if there is no variation in an engine 1 and the EGR valve 11, and the EGR valve 11 opens by target stepper motor opening alphao, target EGR rate betao will be obtained. Next, in order to control EGR rate betar, in step S133, the EGR flow rate Qr is computed by reading the pressure-of-induction-pipe force Pm and the EGR pressure Pr, then calculating the following (1) types (Bernoulli equation) in step S134.

[0071]

$Q_r = K_r \cdot A_r \cdot \sqrt{2g \cdot (P_r / R \cdot T_r) \cdot (P_r - P_m)}$ -- (1)

[0072] In (1) type the flow coefficient of an orifice 19 and Ar Kr However, path area of an orifice 19 or area of the EGR tubing 10 (when you have no orifice), g a gas constant and Tr for gravitational acceleration and R The gas temperature of the upstream of an orifice 19, The EGR pressure by which Pr is detected by the EGR pressure sensor 18, and Pm are pressure-of-induction-pipe force detected by the pressure-of-induction-pipe force sensor 6, and a flow coefficient Kr, the path area Ar, gravitational acceleration g, and gas constant R are constants.

[0073] Moreover, in (1) type, (Pr/RTr) is a value relevant to a gas consistency, and is that with little (it is about 10 ppm to the variability region of gas temperature Tr and exhaust gas pressure Pex, respectively) effect by the gas temperature Tr of the upstream of the EGR tubing 10, and change of exhaust gas pressure Pex, and it can be considered mostly that it is a constant. Therefore, in fact, (1) type deformed like the following (2) types, and was simplified for the operation.

[0074] $Q_r = K \sqrt{P_r - P_m}$ -- (2)

[0075] However, in (2) types, it is a multiplier equivalent to $K = K_r \cdot A_{\text{root}} \cdot \sqrt{2g \cdot (P_r / R \cdot T_r)}$. (2) The EGR flow rate Q_r is calculated from the EGR pressure P_r and the pressure-of-induction-pipe force P_m so that more clearly than a formula.

[0076] Next, actual EGR rate β_{tar} is computed in step S135. At this time, EGR rate β_{tar} is computable as follows using the EGR flow rate Q_r and the inhalation air content Q_a of new inhalation mass.

[0077] $\beta_{\text{tar}} = Q_r / Q_a$ [0078] Therefore, if (2) types are substituted, EGR rate β_{tar} is expressed like the following (3) types.

[0079]

$\beta_{\text{tar}} = (K / Q_a) \sqrt{P_r - P_m}$ -- (3)

[0080] Thus, the EGR flow rate Q_r can be calculated by steps S131-S135 from the EGR pressure P_r and the pressure-of-induction-pipe force P_m . Therefore, when the pressure-of-induction-pipe force sensor 6, the intake air flow sensor 12, and the EGR pressure sensor 18 are formed, EGR rate β_{tar} can be correctly detected using the inhalation air content Q_a , the EGR pressure P_r , and the pressure-of-induction-pipe force P_m .

[0081] After asking for target EGR rate β_{tar} and real EGR rate β_{tar} as mentioned above, in step S136, deflection $\Delta\beta$ of target EGR rate β_{tar} and real EGR rate β_{tar} is calculated, and it judges whether both are in agreement whether it is EGR rate deflection $\Delta\beta = 0$.

[0082] If judged with $\beta_{\text{tar}} = \beta_{\text{tar}}$ (namely, YES), since real EGR rate β_{tar} is in agreement with a target EGR rate, in step S137, the stepper motor drive of the EGR valve 11 is stopped, and the stepper motor opening α is held. If judged with the target EGR rate of real EGR rate β_{tar} corresponding, and on the other hand there not being (namely, NO), it will progress to step S138 and the stepper motor opening α of the EGR valve 11 will be changed according to EGR rate deflection $\Delta\beta$ computed at step S136.

[0083] It can control so that target EGR rate β_{tar} and real EGR rate β_{tar} are in agreement, and it becomes controllable [EGR rate β_{tar} according to operational status] from the above processing. Moreover, the electronic formula control unit 22 detects atmospheric pressure P_a by the manipulation routine of drawing 5 using the pressure-of-induction-pipe force P_m from the pressure-of-induction-pipe force sensor 6.

[0084] First, in step S141, operational status judges whether it is an engine failure condition from engine rotation information. If judged with it being in an engine failure condition (namely, YES), since the pressure-of-induction-pipe force P_m at this time shows atmospheric pressure P_a , in step S142, it will incorporate the pressure-of-induction-pipe force P_m as atmospheric pressure P_a , and will progress to step S143.

[0085] On the other hand, if judged with it not being in an engine failure condition (namely, NO), it will progress to step S143 immediately, and will judge whether it is beyond the predetermined value the throttle opening θ indicates full open to be from the information from the throttle opening sensor 8.

[0086] The throttle opening θ is beyond a predetermined value, and a throttle valve 7 is in a full open condition (). If judged with YES, the pressure-of-induction-pipe force P_m at this time by inhalation-of-air system-pressure loss from atmospheric pressure P_a (when beyond the predetermined value of the throttle opening θ is specified as full open) Namely, since the pressure to which only γ fell is shown, It progresses to step S144, the loss part γ is added to the pressure-of-induction-pipe force P_m , it incorporates as atmospheric pressure P_a , and a return is carried out.

[0087] On the other hand, if the throttle opening θ is judged as it being under a predetermined value and a throttle valve 7 not being in a full open condition (namely, NO), step S144 will be skipped and a return will be carried out as it is.

[0088] Since atmospheric pressure P_a is detectable with the above processing (steps S141-S144) using the pressure-of-induction-pipe force sensor 6 formed in the inlet pipe 3, the atmospheric pressure sensor for changing into a mass flow rate the inhalation air content information Q_a from the intake air flow sensor 12 which measures a volumetric flow rate becomes unnecessary. Therefore, exact EGR control can be realized, without causing a cost rise.

[0089] Moreover, as mentioned above, a vacuum motor mold EGR valve is used, although the EGR valve 11 of a stepper motor mold is used as an actuator which controls the EGR flow rate Q_r , if the position sensor which detects α whenever [EGR valve-opening] further is prepared, α can be controlled by

the equipment of this invention whenever [EGR valve-opening] like this invention, and the EGR flow rate Q_r can be controlled by it.

[0090] In the above-mentioned example 1, since it is necessary to form two pressure-of-induction-pipe force sensors 6 and 18 in order [which is example 2.] to detect the pressure-of-induction-pipe force P_m and the EGR pressure P_r , sufficient cost cut is unrealizable. Then, the pressure-of-induction-pipe force P_m may be searched for by the operation, without using the pressure-of-induction-pipe force sensor 6.

[0091] The block diagram showing the whole system of the example 2 (it corresponds to claim 4) of this invention by which drawing 6 omitted the pressure-of-induction-pipe force sensor 6, and drawing 7 are the block diagrams showing the detail configuration of the electronic formula control unit 22 in drawing 6, and 1-5, 7-23, 100-105, and 200-208 are the same as that of the above-mentioned in each drawing. In this case, the electronic formula control unit 22 is equipped with the operation means for computing the pressure-of-induction-pipe force P_m .

[0092] Next, actuation of the example 2 of this invention shown in drawing 6 and drawing 7 is explained, referring to the flow chart of drawing 8. In drawing 8, S131, S132, and S134-S138 are the same steps as the above-mentioned, and S133a and S133b support the above-mentioned step S133. In the main routine of drawing 20, if the EGR control step S2 is performed, activation of the EGR control routine of drawing 8 will be started.

[0093] First, after reading engine-speed N_e , the inhalation air content Q_a , and water temperature T in step S131 and reading the target stepper motor opening α and target EGR rate β_{tao} based on reading information in step S132, in order to control EGR rate β_{tar} , in step S133a, the pressure-of-induction-pipe force P_m is computed as follows. That is, the pressure-of-induction-pipe force P_m is expressed with the following (4) types from a theoretical formula.

[0094]

$$P_m = \{(Q_a + Q_r)^2 R - T_m\} / (V_c - N_e - \epsilon_{tav}) \quad \text{-- (4)}$$

[0095] However, for T_m , in (4) types, the temperature in an inlet pipe 3 and V_c are [an engine speed and ϵ_{tav} of the cylinder capacity of an engine 1 and N_e] volumetric efficiency. When actual target EGR rate β_{tao} corresponding to each operating point is defined here according to operational status, target EGR rate β_{tao} is expressed with the following (5) types from $\beta_{tar} = \beta_{tao}$.

$$\beta_{tao} = Q_r / Q_a \quad \text{-- (5)}$$

[0097] If (5) types are substituted for the above-mentioned (4) formula, the pressure-of-induction-pipe force P_m is expressed with the following (6) types.

[0098]

$$P_m = (Q_a / N_e) (1 - \beta_{tao})^2 R - T_m / (V_c - \epsilon_{tav}) \quad \text{-- (6)}$$

[0099] Here, based on a load (Q_a / N_e) and an engine speed N_e , since it can set up beforehand, target EGR rate β_{tao} , the inlet-pipe temperature T_m , and volumetric-efficiency ϵ_{tav} can express the pressure-of-induction-pipe force P_m with the following (7) types using the function f of a load (Q_a / N_e) and an engine speed N_e .

[0100]

$$P_m = f\{(Q_a / N_e) N_e\} - (Q_a / N_e) \quad \text{-- (7)}$$

[0101] Next, the EGR pressure P_r is read in step S133b, and the above-mentioned steps S134-S138 are performed hereafter. Namely, in step S134, perform the operation of (2) types, compute the EGR flow rate Q_r , perform the operation of (3) types in step S135, compute real EGR rate β_{tar} , and it sets to step S136. It judges whether target EGR rate β_{tao} and real EGR rate β_{tar} are in agreement, and if in agreement, a stepper motor drive is stopped in step S137, and if not in agreement, in step S138, the stepper motor opening α will be changed according to EGR rate deflection $\Delta\beta_{tar}$.

[0102] Like the case of an example 1, control is performed so that target EGR rate β_{tao} and real EGR rate β_{tar} may be in agreement, and it becomes controllable [EGR rate β_{tar} according to operational status] from the above processing. Therefore, exact EGR control can be realized, without causing a cost rise.

[0103] Although there is equipment which is example 3. and which is carrying out fuel-injection control using the pressure-of-induction-pipe force sensor 6 conventionally, since it is necessary to add an intake air flow sensor 12 and the EGR pressure sensor 18 when the example 1 of this invention is applied, a cost rise will be caused. Then, an intake air flow sensor 12 is omitted and you may make it compute the inhalation

air content Q_a based on operational status and the pressure-of-induction-pipe force P_m .

[0104] The block diagram showing the whole system of the example 3 (it corresponds to claim 6) of this invention by which drawing 9 omitted the intake air flow sensor 12, and drawing 10 are the block diagrams showing the detail configuration of the electronic formula control unit 22 in drawing 9, and 1-11, 13-23, 100-105, and 200-208 are the same as that of the above-mentioned in each drawing. In this case, the electronic formula control unit 22 is equipped with the operation means for computing the inhalation air content Q_a .

[0105] Next, actuation of the example 3 of this invention is explained, referring to the flow chart of drawing 11. In drawing 11, S131-S138 are the same steps as the above-mentioned, and S200 is a step which computes the inhalation air content Q_a , without using an intake air flow sensor 12. Like the above-mentioned, if the EGR control step S2 is performed in the main routine of drawing 20, activation of the EGR control routine of drawing 11 will be started.

[0106] First, in step S131, engine-speed N_e , the pressure-of-induction-pipe force P_m , and water temperature T are read, and the target stepper motor opening α and target EGR rate β_{tao} are read based on reading information in step S132. Here, if there is no variation in an engine 1 and the EGR valve 11, and the EGR valve 11 opens in target stepper motor opening α_{phao} , target EGR rate β_{tao} will be obtained.

[0107] Next, after reading the EGR pressure P_r further in step S133 and computing the EGR flow rate Q_r from the operation of the above-mentioned (2) types in step S134, in order to control EGR rate β_{tar} , in step S200, the inhalation air content Q_a is computed as follows. First, the synthetic inhalation air content $Q_m (= Q_a + Q_r)$ in an inlet pipe 3 is expressed with the following (8) types from a theoretical formula.

[0108]

$$Q_m = \{V_c - N_e - \eta_{tav} / (2 R - T_m)\} \times P_m \quad -- (8)$$

[0109] However, for an engine speed and η_{tav} , in (8) types, volumetric efficiency and R are [V_c / cylinder capacity and N_e / the temperature of inhalation of air and P_m of a gas constant and T_m] pressure-of-induction-pipe force. Moreover, volumetric-efficiency η_{tav} is expressed with the following (9) types using the pressure-of-induction-pipe force P_m , an engine speed N_e , and the function f of target EGR rate β_{tao} .

$$\eta_{tav} = f(P_m, N_e, \beta_{tao}) \quad -- (9)$$

[0111] Moreover, in (9) types, when actual target EGR rate β_{tao} is decided according to operational status, volumetric-efficiency η_{tav} becomes the function of the pressure-of-induction-pipe force P_m and an engine speed N_e , and is expressed with the following (10) types.

$$\eta_{tav} = f(P_m, N_e) \quad -- (10)$$

[0113] (8) The synthetic inhalation air content Q_m is expressed with the following (11) types from a formula and (10) types.

[0114]

$$Q_m = K_p - f(P_m, N_e) \text{ and } N_e - P_m \quad -- (11)$$

[0115] However, in (11) types, K_p is a constant and is expressed as follows.

$$K_p = V_c / (2 R - T_m)$$

[0117] Therefore, the inhalation air content Q_a is expressed with the following (12) types.

[0118]

$$Q_a = Q_m - Q_r = K_p - f(P_m, N_e) \text{ and } N_e - P_m - Q_r \quad -- (12)$$

[0119] Then, in step S135, real EGR rate β_{tar} is computed from the above-mentioned (3) types, deflection $\delta\beta_{tao}$ of target EGR rate β_{tao} and real EGR rate β_{tar} which were called for at steps S132 and S135 is calculated in step S136, and it judges whether both are in agreement.

[0120] And if target EGR rate β_{tao} and real EGR rate β_{tar} are in agreement, since real EGR rate β_{tar} is target EGR rate β_{tao} , a stepper motor drive is stopped, the stepper motor opening α is held, if not in agreement, it progresses to step S138 and the stepper motor opening α is changed according to EGR rate deflection $\delta\beta_{tao}$ computed at step S136.

[0121] By this, it can control so that target EGR rate β_{tao} and real EGR rate β_{tar} are in agreement, and it becomes controllable [EGR rate β_{tar} according to operational status]. By the above configuration and processing, a cost rise can be controlled and exact EGR control can be performed.

[0122] Example 4. (it corresponds to claim 8)

In addition, since the pressure-of-induction-pipe force sensor 6 is formed, an atmospheric pressure sensor is omissible in the above-mentioned example 3, like the case where it is an example 1, by carrying out presumed detection of the atmospheric pressure according to the pressure-of-induction-pipe force P_m at the time of a halt of an engine 1 or inlet-pipe full open.

[0123] Although the pressure-of-induction-pipe force P_m and the inhalation air content Q_a were computed by predetermined operation expression, i.e., (7) types, and (12) types and EGR control was performed in the above-mentioned example 2 - the example 4, respectively in order [which is example 5.] to omit a sensor and to realize a cost cut When the components variation of an engine 1 or EGR valve 11 grade exists, an error will be produced in the pressure-of-induction-pipe force P_m acquired from the above-mentioned operation expression, and the inhalation air content Q_a , and an error will be produced in EGR control after all.

[0124] Then, it is desirable to compensate the above-mentioned EGR control error by the components variation of an engine 1 or EGR valve 11 grade. Drawing 12 is a flow chart which shows the compensation manipulation routine of the example 5 (it corresponds to claim 5 and claim 7) of this invention that enabled it to compensate the control error by components variation by offset amendment.

[0125] In this case, the electronic formula control unit 22 of an example 2 (drawing 6) and an example 3 (drawing 9) is received. A steady operation judging means to judge an internal combustion engine's steady operation condition, and the EGR control prohibition means which sets the EGR flow rate Q_r to 0 compulsorily when judged with a steady operation condition, An EGR pressure deflection calculation means to compute deflection ΔP_r of the EGR pressure P_{ra} at the time of the EGR control in a steady operation condition and the EGR pressure P_{rb} in an EGR control prohibition condition is established.

[0126] Moreover, when applying this example 5, a pressure-of-induction-pipe force amendment means to amend the pressure-of-induction-pipe force P_m based on EGR pressure deflection ΔP_r is formed in the electronic formula control unit 22 of an example 2, and an inhalation air content amendment means to amend the inhalation air content Q_a based on EGR pressure deflection ΔP_r is formed in it at the electronic formula control unit 22 of an example 3. This compensates the pressure-of-induction-pipe force P_m computed by step S133a, and the inhalation air content Q_a computed at step S203, respectively.

[0127] First, in step S211 in drawing 12 , an engine 1 judges whether it is a steady operation condition. That is, it is in a condition with EGR control, and after checking that an engine 1 is standby, the variation of an engine speed N_e and the variation of the throttle opening θ judge whether it is a steady operation condition by whether it is below a predetermined value.

[0128] there is nothing in the state of steady operation (namely, NO) -- ** -- if judged, a return will be carried out as it is and it will be in a steady operation condition (namely, YES) -- ** -- if judged, it will progress to step S212 and the pressure P_{ra} in the EGR path 10 in a condition with EGR control will be detected.

[0129] Then, in step S213, after making EGR control nothing compulsorily with an EGR control prohibition means, in step S214, the pressure P_{rb} in the EGR path 10 in a condition without EGR control is detected. Next, EGR pressure deflection ΔP_r is computed from the detected EGR pressures P_{ra} and P_{rb} . If there is no variation in the components of engine 1 grade, EGR pressure deflection ΔP_r will serve as a predetermined value decided beforehand.

[0130] On the other hand, if variation is in components, since it will appear in change of EGR pressure deflection ΔP_r , in step S216, the correction factor according to EGR pressure deflection ΔP_r is read by a map operation etc. In this way, the correction factor to components variation is called for by EGR pressure deflection ΔP_r when switching EGR control to existence at the time of steady operation.

[0131] hereafter, a variation error is offset to the pressure-of-induction-pipe force P_m (refer to step S133 in drawing 8 a) searched for by the operation as mentioned above, and the inhalation air content Q_a (step S203 reference in drawing 10) using a variation correction factor -- as -- multiplication -- or it adds. Thereby, the EGR control error resulting from components variation can be compensated.

[0132] Although the EGR flow rate Q_r and atmospheric pressure P_a are detected and the EGR flow rate Q_r is correctly controlled by example 6. in addition the above-mentioned example 1 - the example 5 based on each information on the inhalation air content Q_a , the pressure-of-induction-pipe force P_m , and the EGR pressure P_r Since evapotranspiration gas is introduced into the intake manifold of an inlet pipe 3 in addition

to the EGR flow rate Q_r in the case of the equipment which has an evapotranspiration gas recovery system (evapotranspiration gas recovery means), there is a possibility that the pressure-of-induction-pipe force P_m may change with installation of evapotranspiration gas.

[0133] With change of such pressure-of-induction-pipe force P_m , an error will arise to the EGR flow rate Q_r , and an error will be produced in EGR control. Then, it is desirable to compensate the EGR control error by evapotranspiration gas recovery system behavior.

[0134] The block diagram showing the example 6 (it corresponds to claim 9) of this invention that enabled it to compensate a control error in case drawing 13 has an evapotranspiration gas recovery system, and drawing 14 are the block diagrams showing the detail of the electronic formula control unit 22 in drawing 13, and 1-23, 100-105, and 200-208 are the same as that of the above-mentioned in each drawing.

[0135] Recovery tubing for 24-28 to be evapotranspiration gas recovery structure-of-a-system elements, and for 24 introduce evapotranspiration gas into an inlet pipe 3, The purge solenoid which 25 opens and closes the recovery tubing 24 under control of the electronic formula control unit 22, and introduces evapotranspiration gas alternatively in an inlet pipe 3, The canister which 26 is prepared in the upstream of the purge solenoid 25, and is adsorbed in evapotranspiration gas, the check valve with which 27 was prepared in the upstream of a canister 26, and 28 are fuel tanks where it is prepared in the upper edge of the recovery tubing 24, and fills up with a fuel.

[0136] The evapotranspiration gas recovery systems 24-28 constituted as mentioned above operate as follows. First, if the fuel in a fuel tank 28 evaporates, it becomes evapotranspiration gas and the pressure of this evapotranspiration gas exceeds a predetermined pressure, a check valve 27 will open and a canister 26 will be adsorbed in evapotranspiration gas.

[0137] On the other hand, after starting of an engine 1, if predetermined conditions are satisfied, the electronic formula control unit 22 will operate the purge solenoid 25 with the purge control signal C_p , and will introduce the evapotranspiration gas by which the canister 26 was adsorbed in the inlet pipe 3 of an engine 1. Thereby, the evapotranspiration gas which occurred from the fuel tank 28 is recoverable in an engine 1.

[0138] In this case, since the evapotranspiration gas-recovery means 24-27 for collecting the evapotranspiration gas from a fuel tank 28 in an engine 1 are established, in an electronic formula control unit 22, the purge control means which generates the purge control signal C_p according to operational status, the amount detection means of evapotranspiration gas installation which carries out presumed detection of the amount Q_p of evapotranspiration gas installation by the map operation according to operational status, and an EGR flow rate amendment means amend an EGR flow rate Q_r according to the amount Q_p of evapotranspiration gas installation are formed.

[0139] Next, the compensation actuation by the example 6 of this invention is explained, referring to the flow chart of drawing 15. Drawing 15 is a flow chart which shows the manipulation routine for detecting the amount of evapotranspiration gas installation and compensating the EGR flow rate Q_r .

[0140] First, in step S241, the amount Q_p of evapotranspiration gas installation introduced into an engine 1 is computed according to operational status. Next, in step S242, true EGR flow rate Q_r' is calculated by the following (13) types from the amount Q_p of evapotranspiration gas installation, and the EGR flow rate Q_r .

[0141] $Q_r' = Q_r - Q_p$ -- (13)

[0142] Thereby, the EGR flow rate Q_r is amended and exact EGR control is attained. Moreover, also when operating independently EGR control and an evapotranspiration gas recovery system, it cannot be overemphasized that exact EGR control is possible.

[0143] In example 7., in addition the above-mentioned example 6, although it asked for true EGR flow rate Q_r' by step S242, even if it amends the target EGR flow rate Q_0 in quest of true target EGR flow rate Q_0' , true EGR flow rate Q_r' is obtained as a result. Moreover, even if it amends EGR rate β_{tar} or target EGR rate β_{tao} according to the amount Q_p of evapotranspiration gas installation, true EGR flow rate Q_r' is obtained as a result, and the same effectiveness is done so.

[0144] In example 8. and the above-mentioned example 6, although the amount detection means of evapotranspiration gas installation carried out presumed detection of the amount Q_p of evapotranspiration gas installation by the operation based on operational status, a flowmeter may be formed in the downstream of the purge solenoid 25, and direct detection of the amount Q_p of evapotranspiration gas installation may

be carried out.

[0145] Example 9. (it corresponds to claim 10)

Furthermore, although the EGR flow rate Q_r was amended in the above-mentioned example 6 by subtracting the amount Q_p of evapotranspiration gas installation, and asking for true EGR flow rate Q_r' , an evapotranspiration gas recovery prohibition means is formed in the electronic formula control unit 22, and you may make it forbid actuation of an evapotranspiration gas recovery system during EGR control.

[0146] That is, the evapotranspiration gas recovery prohibition means in the electronic formula control unit 22 fixes the purge control signal C_p off, when it judges that it is [EGR] under control, and it sets the amount Q_p of evapotranspiration gas installation to 0. Thereby, since evapotranspiration gas is not collected, a control error does not arise to the EGR flow rate Q_r .

[0147]

[Effect of the Invention] EGR tubing which makes an internal combustion engine's exhaust gas flow back to an inlet pipe as mentioned above according to claim 1 of this invention, The EGR valve which controls the EGR flow rate of the exhaust gas which flows in EGR tubing, and a sensor means to detect an internal combustion engine's operational status, In the exhaust gas reflux control unit which it has [control unit] the EGR flow rate control means which controls an EGR valve according to the operational status information from a sensor means, and makes a part of an internal combustion engine's exhaust gas flow back again to an internal combustion engine The intake air flow sensor with which a sensor means detects the inhalation air content to an inlet pipe, A target EGR rate calculation means to compute a target EGR rate according to operational status information including the pressure-of-induction-pipe force sensor which detects the pressure within inhalation of air, and the EGR pressure sensor which detects the pressure in EGR tubing, It has an EGR flow rate calculation means including a real EGR rate calculation means to compute an actual EGR rate based on an inhalation air content, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure. An EGR flow rate control means Since it was made to control the EGR flow rate so that an EGR rate was in agreement with a target EGR rate by changing the path area of an EGR valve It is not based on the property variation of an EGR valve, but is effective in the exhaust gas reflux control unit which can control an EGR flow rate correctly and can reduce an exhaust-gas discharge being obtained.

[0148] Moreover, since according to claim 2 of this invention an orifice is prepared in EGR tubing of the downstream and it was made to make differential pressure of an EGR pressure and the pressure-of-induction-pipe force more remarkable than the installation location of an EGR pressure sensor by the orifice in claim 1, it is effective in the exhaust gas reflux control unit which can control an EGR flow rate still more correctly being obtained.

[0149] Moreover, since an atmospheric pressure detection means to ask for atmospheric pressure based on the pressure-of-induction-pipe force at the time of an internal combustion engine's idle state or the full open condition of an inlet pipe was established in claim 1 or claim 2 according to claim 3 of this invention, while realizing a cost cut, using an atmospheric pressure sensor as unnecessary, it is effective in the exhaust gas reflux control unit which cannot be based on the property variation of an EGR valve, but can control an EGR flow rate correctly being obtained.

[0150] Moreover, EGR tubing which makes an internal combustion engine's exhaust gas flow back to an inlet pipe according to claim 4 of this invention, The EGR valve which controls the EGR flow rate of the exhaust gas which flows in EGR tubing, and a sensor means to detect an internal combustion engine's operational status, In the exhaust gas reflux control unit which it has [control unit] the EGR flow rate control means which controls an EGR valve according to the operational status information from a sensor means, and makes a part of an internal combustion engine's exhaust gas flow back again to an internal combustion engine The intake air flow sensor with which a sensor means detects the inhalation air content to an inlet pipe, A pressure-of-induction-pipe force calculation means to compute the pressure within inhalation of air based on an internal combustion engine's rotational frequency and inhalation air content including the EGR pressure sensor which detects the pressure in EGR tubing, A target EGR rate calculation means to compute a target EGR rate according to operational status information, It has an EGR flow rate calculation means including a real EGR rate calculation means to compute an actual EGR rate based on an inhalation air content, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure. An EGR flow rate control means Since it was made to control the EGR flow rate so that an EGR rate was in agreement with a

target EGR rate by changing the path area of an EGR valve While realizing a cost cut, using a pressure-of-induction-pipe force sensor as unnecessary, it is effective in the exhaust gas reflux control unit which raised the dependability of EGR control of flow being obtained.

[0151] Moreover, a means to judge an internal combustion engine's steady operation condition in claim 4 according to claim 5 of this invention, The EGR control prohibition means which sets an EGR flow rate to 0 compulsorily when judged with a steady operation condition, An EGR pressure deflection calculation means to compute the deflection of the EGR pressure at the time of the EGR control in a steady operation condition, and the EGR pressure in an EGR control prohibition condition, Since a pressure-of-induction-pipe force amendment means to amend the pressure-of-induction-pipe force based on EGR pressure deflection was established While realizing a cost cut, using a pressure-of-induction-pipe force sensor as unnecessary, the error by the engine or other components variations can be compensated, and it is effective in the exhaust gas reflux control unit which raised the dependability of EGR control of flow further being obtained.

[0152] Moreover, EGR tubing which makes an internal combustion engine's exhaust gas flow back to an inlet pipe according to claim 6 of this invention, The EGR valve which controls the EGR flow rate of the exhaust gas which flows in EGR tubing, and a sensor means to detect an internal combustion engine's operational status, In the exhaust gas reflux control unit which it has [control unit] the EGR flow rate control means which controls an EGR valve according to the operational status information from a sensor means, and makes a part of an internal combustion engine's exhaust gas flow back again to an internal combustion engine A sensor means contains the pressure-of-induction-pipe force sensor which detects the pressure within inhalation of air, and the EGR pressure sensor which detects the pressure in EGR tubing. An inhalation air content calculation means to compute the inhalation air content to an inlet pipe based on an internal combustion engine's rotational frequency and pressure-of-induction-pipe force, A target EGR rate calculation means to compute a target EGR rate according to operational status information, It has an EGR flow rate calculation means including a real EGR rate calculation means to compute an actual EGR rate based on an inhalation air content, the pressure-of-induction-pipe force, and an EGR pressure. An EGR flow rate control means Since it was made to control the EGR flow rate so that an EGR rate was in agreement with a target EGR rate by changing the path area of an EGR valve While realizing a cost cut, using an intake air flow sensor as unnecessary, it is effective in the exhaust gas reflux control unit which raised the dependability of EGR control of flow being obtained.

[0153] Moreover, a means to judge an internal combustion engine's steady operation condition in claim 6 according to claim 7 of this invention, The EGR control prohibition means which sets an EGR flow rate to 0 compulsorily when judged with a steady operation condition, An EGR pressure deflection calculation means to compute the deflection of the EGR pressure at the time of the EGR control in a steady operation condition, and the EGR pressure in an EGR control prohibition condition, Since an inhalation air content amendment means to amend an inhalation air content based on EGR pressure deflection was established While realizing a cost cut, using an intake air flow sensor as unnecessary, the error by the engine or other components variations can be compensated, and it is effective in the exhaust gas reflux control unit which raised the dependability of EGR control of flow further being obtained.

[0154] Moreover, since an atmospheric pressure detection means to ask for atmospheric pressure based on the pressure-of-induction-pipe force at the time of an internal combustion engine's idle state or the full open condition of an inlet pipe was established in claim 6 or claim 7 according to claim 8 of this invention, a cost cut is realized also using an atmospheric pressure sensor as unnecessary with an intake air flow sensor, and it is effective in the exhaust gas reflux control unit which cannot be based on the property variation of an EGR valve, but can control an EGR flow rate correctly further being obtained.

[0155] Moreover, according to claim 9 of this invention, it sets to either from claim 1 to claim 8. The evapotranspiration gas recovery means for collecting the evapotranspiration gas from a fuel tank to an internal combustion engine, Since an amount detection means of evapotranspiration gas installation to detect the amount of installation of evapotranspiration gas, and an EGR flow rate amendment means to amend an EGR flow rate according to the amount of evapotranspiration gas installation are established and the pressure-of-induction-pipe force change at the time of actuation of an evapotranspiration gas recovery system was prevented The effect of an evapotranspiration gas recovery system is lost, and it is effective in

the exhaust gas reflux control unit which raised the dependability of EGR control of flow further being obtained.

[0156] Moreover, according to claim 10 of this invention, it sets to either from claim 1 to claim 8. Since the evapotranspiration gas recovery means for collecting the evapotranspiration gas from a fuel tank to an internal combustion engine and an evapotranspiration gas recovery prohibition means to forbid actuation of an evapotranspiration gas recovery means during activation of EGR control were established The effect of an evapotranspiration gas recovery system to EGR control is lost, and it is effective in the exhaust gas reflux control unit which raised the dependability of EGR control of flow further being obtained.

[Translation done.]

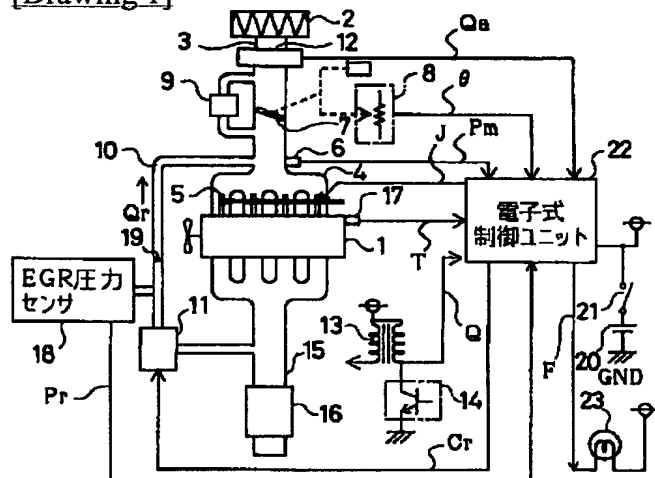
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

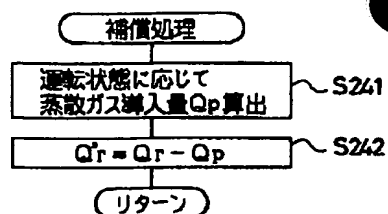
DRAWINGS

[Drawing 1]

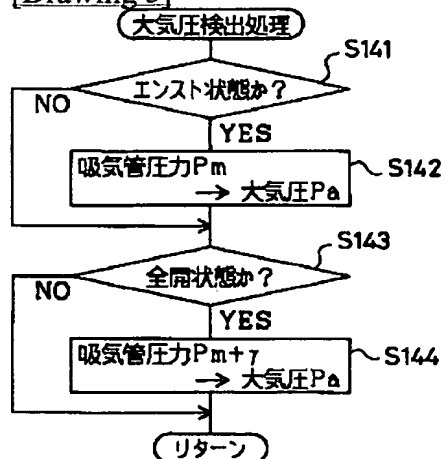


- | | |
|---------------|--------------------|
| 1: エンジン | 19: オリフィス |
| 3: 吸気管 | θ : スロットル開度 |
| 6: 吸気管圧力センサ | Pm: 吸気管圧力 |
| 8: スロットル開度センサ | T: 冷却水温度 |
| 10: EGR管 | Q: 点火信号 |
| 11: EGR弁 | Cr: EGR制御信号 |
| 12: エアフローセンサ | Pr: EGR圧力 |
| 13: 点火コイル | Qa: 吸入空気量 |
| 15: 排気管 | F: 警報信号 |
| 17: 水温センサ | Qr: EGR流量 |
| 18: EGR圧力センサ | |

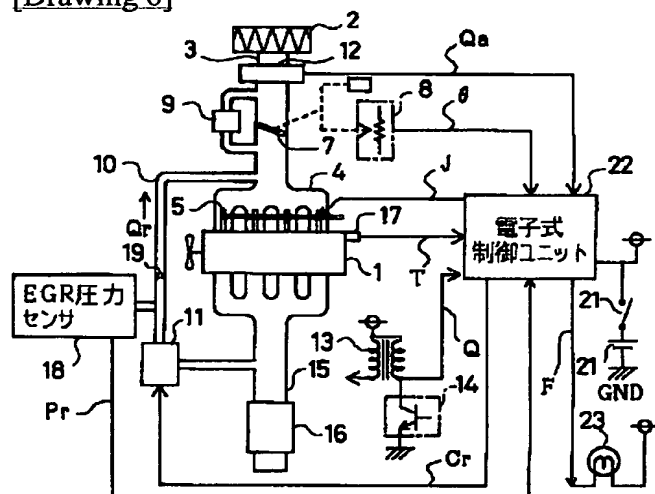
[Drawing 2]



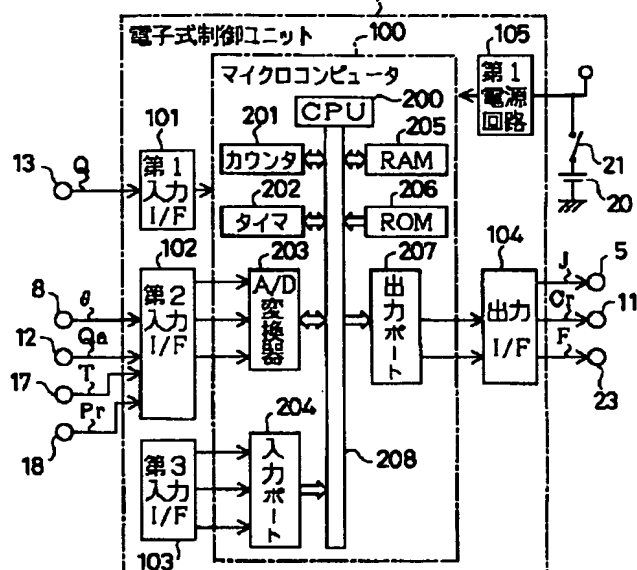
[Drawing 5]



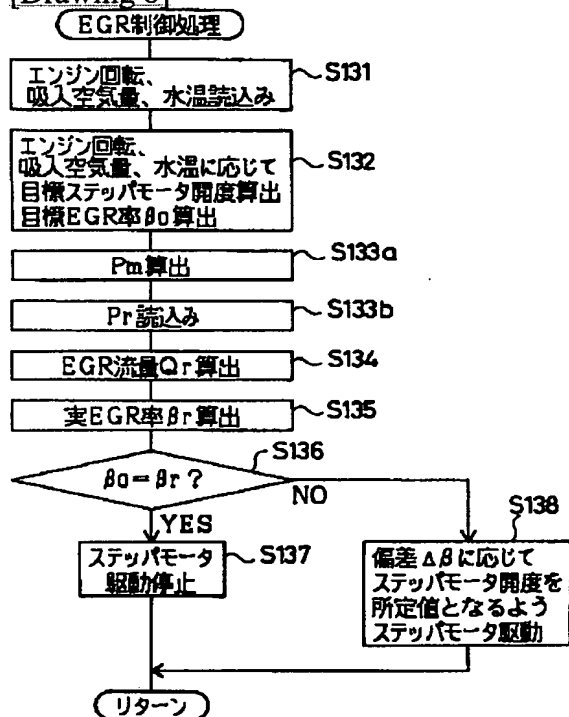
[Drawing 6]



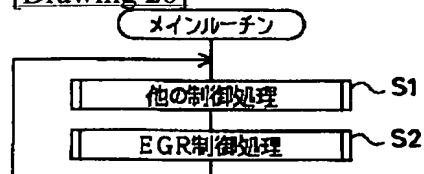
[Drawing 7]



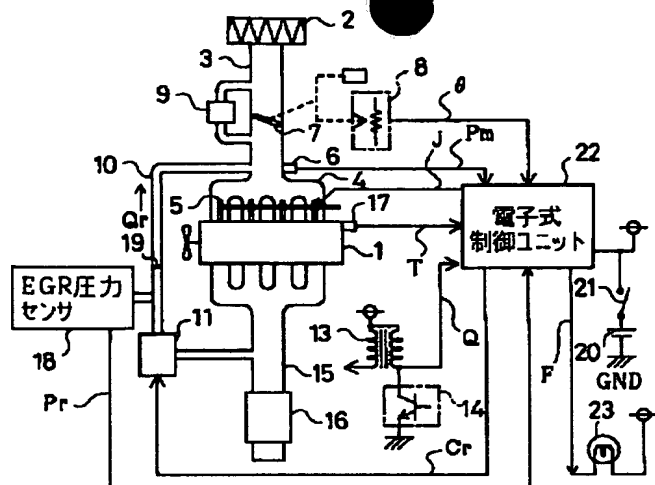
[Drawing 8]



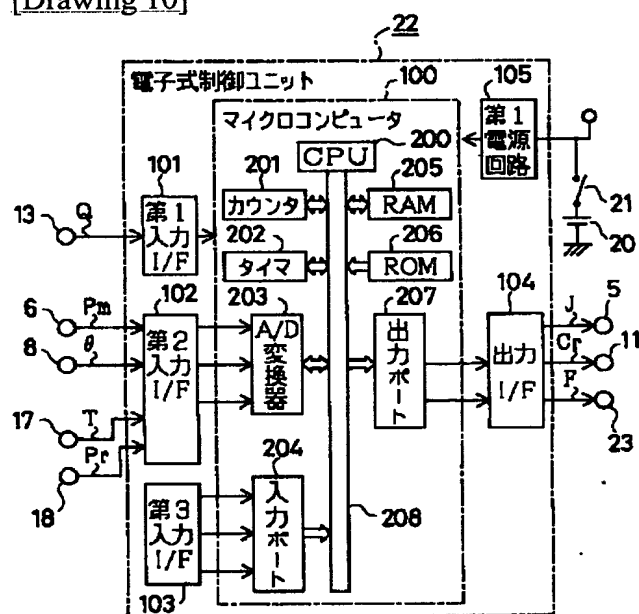
[Drawing 20]



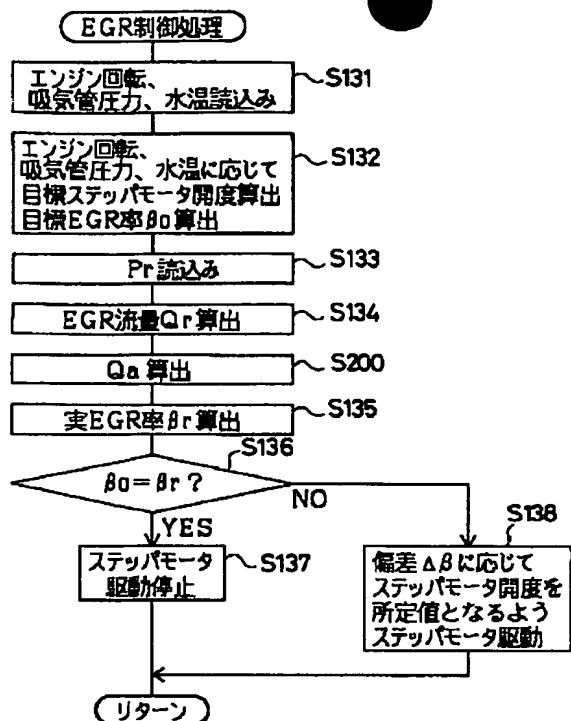
[Drawing 9]



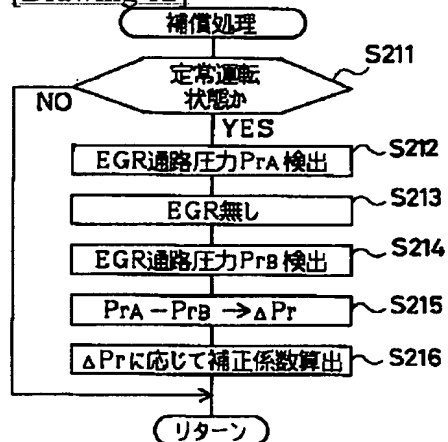
[Drawing 10]



[Drawing 11]



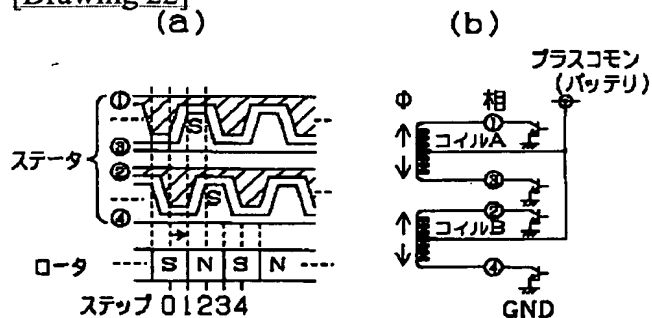
[Drawing 12]



PrA: EGR制御中のEGR圧力

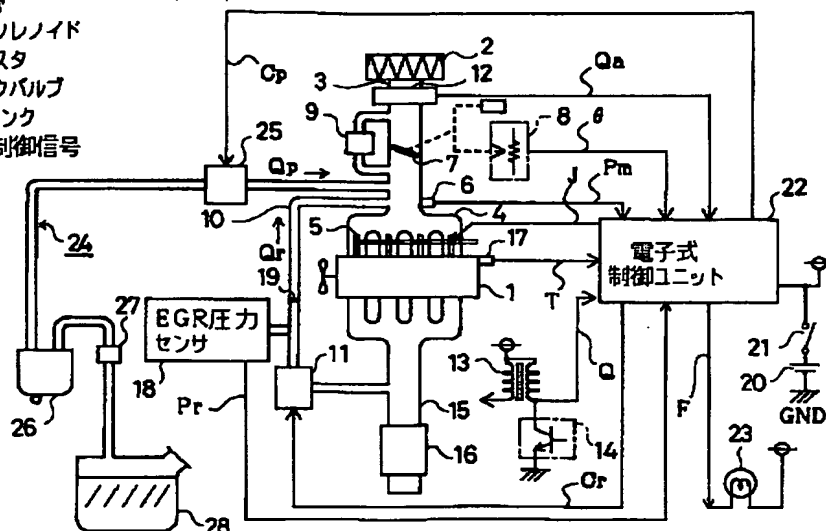
PrB : EGR制御禁止中のEGR圧力

[Drawing 22]

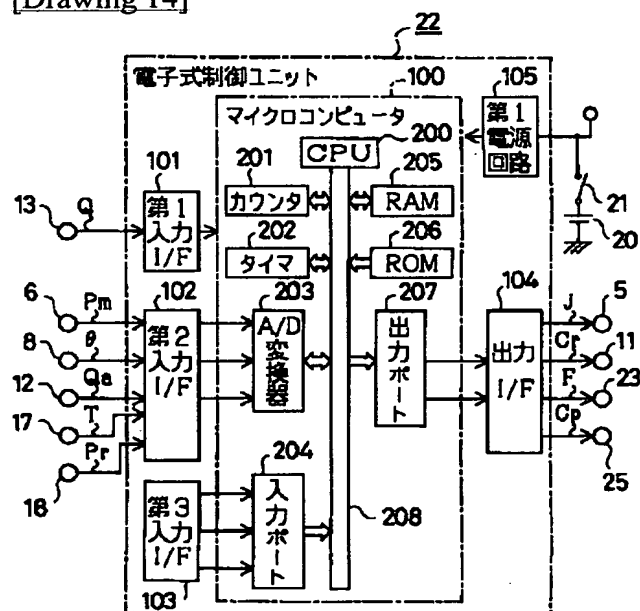


[Drawing 13]

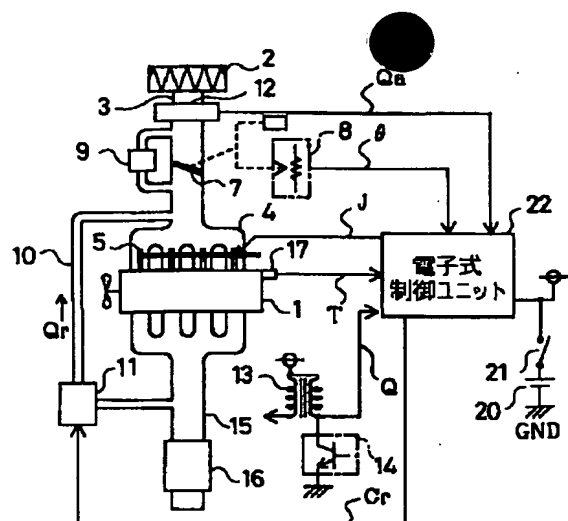
24: 回収管
 25: パージソレノイド
 26: キャニスタ
 27: チェックバルブ
 28: 燃料タンク
 Cp: パージ制御信号



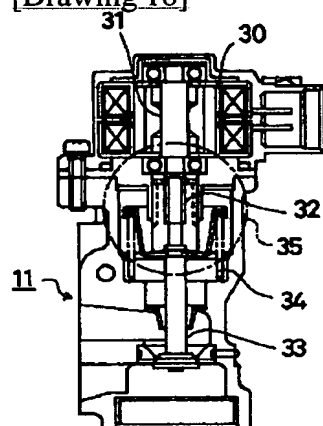
[Drawing 14]



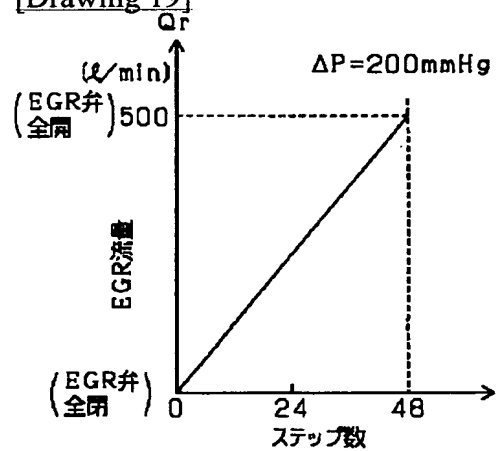
[Drawing 16]



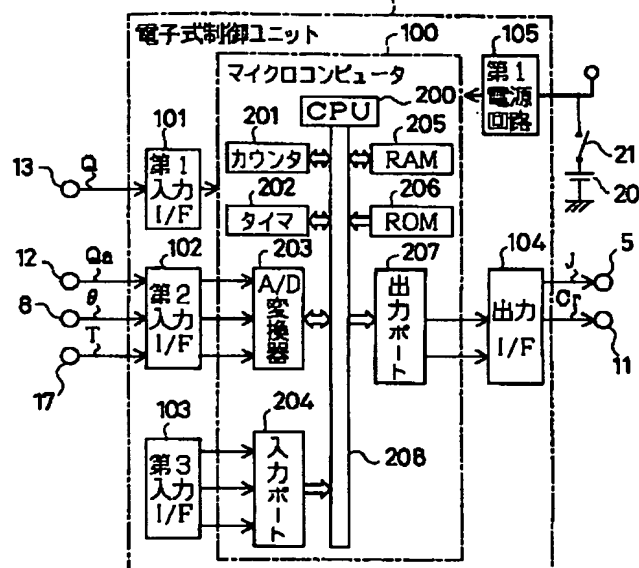
[Drawing 18]



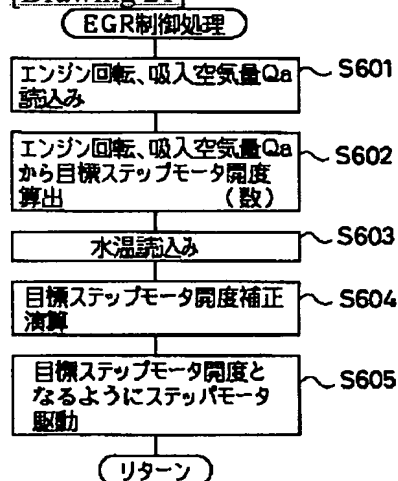
[Drawing 19]



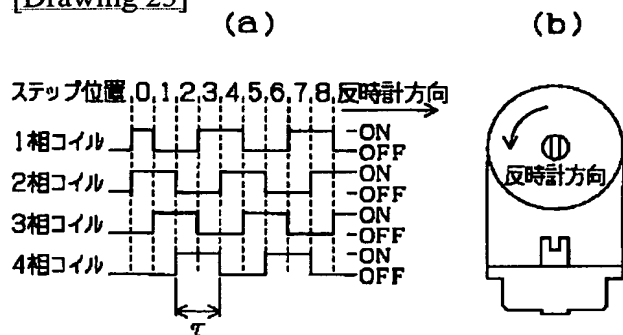
[Drawing 17]



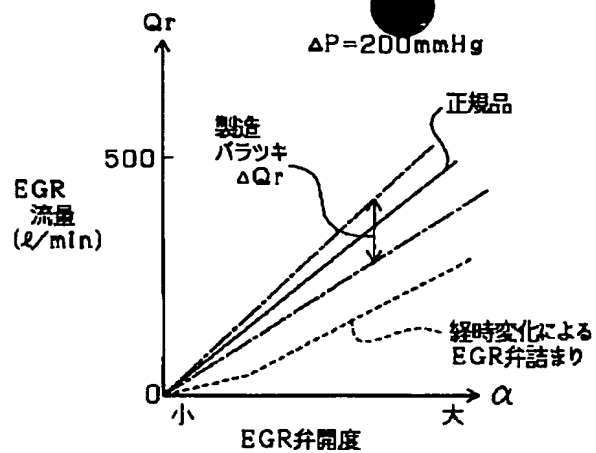
[Drawing 21]



[Drawing 23]



[Drawing 24]



[Translation done.]

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07174048 A**

(43) Date of publication of application: **11.07.95**

(51) Int. Cl.

F02M 25/07
F02M 25/08

(21) Application number: **05319746**

(71) Applicant: **MITSUBISHI ELECTRIC CORP**

(22) Date of filing: **20.12.93**

(72) Inventor: **OUCHI YASUSHI**

(54) EXHAUST GAS RECIRCULATION CONTROLLER

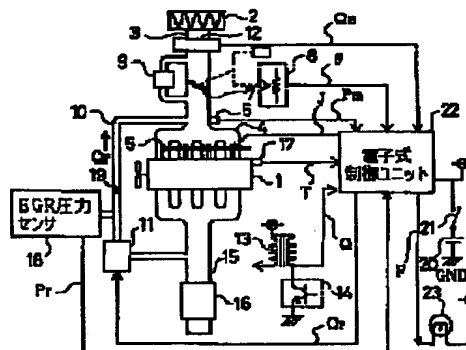
(57) Abstract:

PURPOSE: To correctly carry out the exhaust gas recirculation control at all times by controlling the EGR flow rate so that the actual EGR rate based on the intake air quantity and the internal pressure in an intake pipe and the internal pressure of an EGR pipe accords with the target EGR rate based on the operation state information of an internal combustion engine.

CONSTITUTION: Exhaust gas is allowed to recirculate to an intake pipe 3 through an EGR pipe 10 having an EGR valve 11. The EGR valve 11 is controlled by an electronic type control unit 22 on the basis of the operation state information of an internal combustion engine which is detected by a sensor means. In this case, as the sensor means, are arranged a sensor 12 for detecting the intake air quantity in the intake pipe 3, sensor 6 for detecting the internal pressure of the intake pipe 3, and a sensor 18 for detecting the internal pressure of the EGR pipe 10. The electronic type control unit 22 calculates the target EGR rate according to the operation state information. Further, the actual EGR rate is calculated on the basis of the detection values of the sensors 6, 12, and 18. Further, the EGR flow rate is controlled so that the actual value of the EGR rate accords with the target value, and the

erroneous control due to the dispersion of the EGR valve, etc., and the variation due to the lapse of time are prevented, and the reliability is improved.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(11)特許出願公開番号

特開平7-174048

(43)公開日 平成7年(1995)7月11日

(51)Int.Cl. [°]	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 M 25/07	5 5 0 F			
	R			
25/08	3 0 1 U			

審査請求 未請求 請求項の数10 O.L (全 20 頁)

(21)出願番号 特願平5-319746

(22)出願日 平成5年(1993)12月20日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 大内 裕史

姫路市千代田町840番地 三菱電機株式会
社姫路製作所内

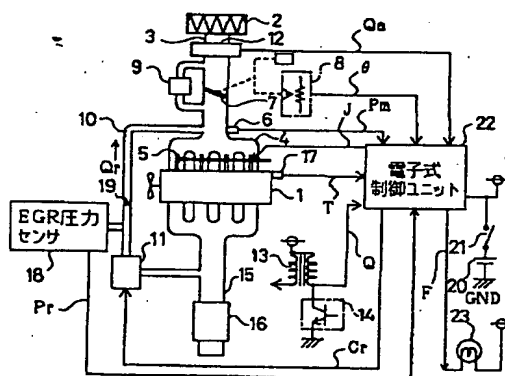
(74) 代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54)【発明の名称】 排気ガス還流制御装置

(57) 【要約】

【目的】 排気ガスの一部を内燃機関に還流させる排気ガス還流制御装置において、EGR弁の特性バラツキによらず、正確にEGR流量を制御して排出ガス排出量を低減することのできる排気ガス還流制御装置を得る。

【構成】 運転状態情報に応じてEGR弁11を制御する手段22と、吸気管3への吸入空気量 Q_a を検出するエアフローセンサ12と、吸気管内の圧力 P_m を検出するセンサ6と、EGR管10内の圧力 P_r を検出するセンサ18とを備え、EGR弁制御手段22は、運転状態情報に応じて目標EGR率を算出する目標EGR率算出手段と、吸入空気量、吸気管圧力およびEGR圧力に基づいて実際のEGR率を算出する実EGR率算出手段とを含むEGR流量算出手段を有し、EGR弁の通路面積を変更してEGR率を目標EGR率と一致させる。



1: エンジン	19: オリフィス
3: 吸気管	θ : スロットル開度
6: 吸気管圧力センサ	P_m : 吸気管圧力
8: スロットル開度センサ	T : 冷却水温度
10: EGR管	Q : 点火信号
11: EGR弁	Cr : EGR制御信号
12: エアフローセンサ	Pr : EGR圧力
13: 点火コイル	Q_a : 吸入空気量
15: 排気管	F : 警報信号
17: 水温センサ	Q_r : EGR流量
18: EGR圧力センサ	

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の排気ガスを吸気管へ還流させる EGR 管と、
前記 EGR 管内に流れる排気ガスの EGR 流量を制御する EGR 弁と、
前記内燃機関の運転状態を検出するセンサ手段と、
前記センサ手段からの運転状態情報に応じて前記 EGR 弁の制御を行う EGR 流量制御手段とを備え、
前記内燃機関の排気ガスの一部を前記内燃機関に再度還流させる排気ガス還流制御装置において、
前記センサ手段は、前記吸気管への吸入空気量を検出するエアフローセンサと、前記吸気管内の圧力を検出する吸気管圧力センサと、前記 EGR 管内の圧力を検出する EGR 圧力センサとを含み、
前記運転状態情報に応じて目標 EGR 率を算出する目標 EGR 率算出手段と、前記吸入空気量、吸気管圧力および EGR 圧力に基づいて実際の EGR 率を算出する実 EGR 率算出手段とを含む EGR 流量算出手段を有し、
前記 EGR 流量制御手段は、前記 EGR 弁の通路面積を変更することにより、前記 EGR 率が前記目標 EGR 率と一致するように前記 EGR 流量の制御を行うことを特徴とする排気ガス還流制御装置。

【請求項 2】 前記 EGR 圧力センサの設置位置よりも下流側の前記 EGR 管にオリフィスを設けたことを特徴とする請求項 1 の排気ガス還流制御装置。

【請求項 3】 前記内燃機関の停止状態時または前記吸気管の全開状態時の前記吸気管圧力に基づいて大気圧を求める大気圧検出手段を設けたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 の排気ガス還流制御装置。

【請求項 4】 内燃機関の排気ガスを吸気管へ還流させる EGR 管と、
前記 EGR 管内に流れる排気ガスの EGR 流量を制御する EGR 弁と、
前記内燃機関の運転状態を検出するセンサ手段と、
前記センサ手段からの運転状態情報に応じて前記 EGR 弁の制御を行う EGR 流量制御手段とを備え、
前記内燃機関の排気ガスの一部を前記内燃機関に再度還流させる排気ガス還流制御装置において、
前記センサ手段は、前記吸気管への吸入空気量を検出するエアフローセンサと、前記 EGR 管内の圧力を検出する EGR 圧力センサとを含み、
前記内燃機関の回転数および前記吸入空気量に基づいて前記吸気管内の圧力を算出する吸気管圧力算出手段と、
前記運転状態情報に応じて目標 EGR 率を算出する目標 EGR 率算出手段と、前記吸入空気量、吸気管圧力および EGR 圧力に基づいて実際の EGR 率を算出する実 EGR 率算出手段とを含む EGR 流量算出手段を有し、
前記 EGR 流量制御手段は、前記 EGR 弁の通路面積を変更することにより、前記 EGR 率が前記目標 EGR 率と一致するように前記 EGR 流量の制御を行うことを特

徴とする排気ガス還流制御装置。

【請求項 5】 前記内燃機関の定常運転状態を判定する手段と、
前記定常運転状態と判定されたときに前記 EGR 流量を強制的に 0 にする EGR 制御禁止手段と、
前記定常運転状態における EGR 制御時の EGR 圧力と EGR 制御禁止状態における EGR 圧力との偏差を算出する EGR 圧力偏差算出手段と、
前記 EGR 圧力偏差に基づいて前記吸気管圧力を補正する吸気管圧力補正手段とを設けたことを特徴とする請求項 4 の排気ガス還流制御装置。

【請求項 6】 内燃機関の排気ガスを吸気管へ還流させる EGR 管と、
前記 EGR 管内に流れる排気ガスの EGR 流量を制御する EGR 弁と、
前記内燃機関の運転状態を検出するセンサ手段と、
前記センサ手段からの運転状態情報に応じて前記 EGR 弁の制御を行う EGR 流量制御手段とを備え、
前記内燃機関の排気ガスの一部を前記内燃機関に再度還流させる排気ガス還流制御装置において、
前記センサ手段は、前記吸気管内の圧力を検出する吸気管圧力センサと、前記 EGR 管内の圧力を検出する EGR 圧力センサとを含み、
前記内燃機関の回転数および吸気管圧力に基づいて前記吸気管への吸入空気量を算出する吸入空気量算出手段と、前記運転状態情報に応じて目標 EGR 率を算出する目標 EGR 率算出手段と、前記吸入空気量、吸気管圧力および EGR 圧力に基づいて実際の EGR 率を算出する実 EGR 率算出手段とを含む EGR 流量算出手段を有し、
前記 EGR 流量制御手段は、前記 EGR 弁の通路面積を変更することにより、前記 EGR 率が前記目標 EGR 率と一致するように前記 EGR 流量の制御を行うことを特徴とする排気ガス還流制御装置。

【請求項 7】 前記内燃機関の定常運転状態を判定する手段と、
前記定常運転状態と判定されたときに前記 EGR 流量を強制的に 0 にする EGR 制御禁止手段と、
前記定常運転状態における EGR 制御時の EGR 圧力と EGR 制御禁止状態における EGR 圧力との偏差を算出する EGR 圧力偏差算出手段と、
前記 EGR 圧力偏差に基づいて前記吸入空気量を補正する吸入空気量補正手段とを設けたことを特徴とする請求項 6 の排気ガス還流制御装置。

【請求項 8】 前記内燃機関の停止状態時または前記吸気管の全開状態時の前記吸気管圧力に基づいて大気圧を求める大気圧検出手段を設けたことを特徴とする請求項 6 または請求項 7 の排気ガス還流制御装置。

【請求項 9】 燃料タンクからの蒸散ガスを前記内燃機関に回収するための蒸散ガス回収手段と、

前記蒸散ガスの導入量を検出する蒸散ガス導入量検出手段と、

前記蒸散ガス導入量に応じて前記EGR流量を補正するEGR流量補正手段とを設けたことを特徴とする請求項1から請求項8までのいずれかの排気ガス還流制御装置。

【請求項10】 燃料タンクからの蒸散ガスを前記内燃機関に回収するための蒸散ガス回収手段と、

前記EGR制御の実行中に前記蒸散ガス回収手段の動作を禁止する蒸散ガス回収禁止手段とを設けたことを特徴とする請求項1から請求項8までのいずれかの排気ガス還流制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、内燃機関の排気ガスを還流（以下、EGRという）させるためにたとえばステッパモータ型のEGR弁を使用した排気ガス還流制御装置に関し、特にEGR弁等のバラツキや経時変化に起因する誤制御を防止して信頼性を向上させた排気ガス還流制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、自動車エンジン等の内燃機関制御装置において、例えば、内燃機関の燃焼温度を下げて排気ガス中のNO_x成分を抑制するために、排気ガスの一部を内燃機関に再度還流させるEGR制御技術はよく知られている。図16は従来の排気ガス還流制御装置のシステム全体を概略的に示す構成図である。

【0003】図において、1は内燃機関すなわちエンジン、2はエンジン1への吸入空気を浄化するためのエアクリーナ、3はエアクリーナ2を介した空気をエンジン1に供給するための吸気管、4は吸気管3の下流側すなわちエンジン1の吸気側に設けられたインテークマニホールド（以下、インマニという）、5は吸気管3のインマニ4内に燃料を噴射するインジェクタ、7は吸気管3内に設けられて吸気流量を制御するスロットル弁、8はスロットル弁7の開度 θ を検出するスロットル開度センサ、9はスロットル弁7の上流側と下流側とをバイパスする通路の空気流量を制御するバイパス空気流量制御手段である。

【0004】10はエンジン1の排気ガスを吸気管3側へ還流させるためのEGR管、11はEGR管10を流れる排気ガスの流量を制御するステッパモータ型のEGR弁である。EGR弁11は、エンジン1の運転状態に応じた流量となるようにEGR流量の制御を行うEGR流量制御手段を構成している。

【0005】12は吸気管3への吸入空気量 Q_a を検出するエアフローセンサであり、たとえばベーン式型からなり、検出空気量 Q_a として体積流量を計測する。したがって、エアフローセンサ12の内部または外部には、吸気温度センサおよび大気圧センサ（いずれも図示せず）

が設けられており、実際にエンジン1に吸入されている質量空気量を計測するようになっている。

【0006】13はエンジン1の各気筒を燃焼させるための高電圧を発生する点火コイル、14は点火コイル13の一次側電流を通電遮断するイグナイタ、15はエンジン1で燃焼後の排気ガスを排出するための排気管、16は排気管15の下流に設けられた排気ガス浄化用の触媒である。

【0007】イグナイタ14により駆動される点火コイル13からの点火信号 Q は、エンジン1の回転数に対応しており、回転数を表わすセンサ信号としても機能する。17はエンジン1の冷却水の温度 T を検出する水温センサであり、スロットル開度センサ8および点火コイル13等とともに、エンジン1の運転状態情報を提供するセンサ手段を構成している。20は車載装置の電源となるバッテリー、21は起動時に閉成されてバッテリー20の電力を車載装置に供給するためのイグニッションキースイッチである。

【0008】22はバッテリー20からの給電により起動されるコンピュータシステムからなる電子式制御ユニットであり、各種センサ手段からの運転状態情報（すなわち、スロットル開度 θ 、吸入空気量 Q_a 、冷却水温度 T 、点火信号 Q 等）を取り込み、運転状態情報に応じて燃焼噴射量やEGR流量 Q_r を算出する燃焼噴射量算出手段およびEGR流量算出手段等を含み、インジェクタ5に対する燃焼噴射制御信号 J およびEGR弁11に対するEGR制御信号 C_r を出力する。

【0009】図17は図16内の電子式制御ユニット22の詳細構成を示すブロック図である。図において、100はマイクロコンピュータであり、運転状態情報 Q 、 Q_a 、 θ および T に基づき所定のプログラムに従ってインジェクタ5の制御信号 J およびEGR弁11の制御信号 C_r 等を算出するCPU200と、エンジン1の回転周期を計測するためのフリーランニングのカウンタ201と、種々の制御のために時間を計時するタイマ202と、アナログ入力信号をディジタル信号に変換するA/D変換器203と、ワークメモリとして使用されるRAM205と、種々の動作プログラムが記憶されているROM206と、各制御信号 J および C_r を出力するための出力ポート207と、各要素201～207をCPU200に結合させるコモンバス208とから構成されている。

【0010】101は第1入力インターフェース回路であり、点火コイル13の一次側の点火信号 Q を波形整形して割り込み信号とし、マイクロコンピュータ100に入力する。この割り込み信号が発生すると、マイクロコンピュータ100内のCPU200は、カウンタ201の値を読み取るとともに、今回の読み取り値と前回の読み取り値との差からエンジン1の回転周期を算出してRAM205へ記憶させる。

【0011】102は第2入力インターフェース回路であり、スロットル開度センサ8、エアフローセンサ12および水温センサ17等からの各センサ信号 θ 、 Qa および T を取り込み、A/D変換器203に入力する。104は出力インターフェース回路であり、出力ポート207からの駆動出力すなわち制御信号 J および Cr を増幅してインジェクタ5およびEGR弁11に出力する。

【0012】図18はEGR弁11の構造を示す側断面図であり、30はEGR弁11のバルブボディ上部に取り付けられてEGR弁11を全閉から全開まで48ステップに制御可能なユニポーラ型のステッパモータ、31はステッパモータ30により回転駆動されるモータ軸、32はモータ軸31と連動して回転することにより上下駆動される送りネジ、33は送りネジ32により上下駆動されてEGR弁11の通路面積を調整するための弁軸、34は弁軸33を上（開放）方向に付勢する圧縮コイルバネ、35はステッパモータ30のモータ軸31と弁軸32との間に設けられてモータ軸31の回転運動を弁軸33の上下運動に変換する送りネジ32を含む変換機構である。

【0013】図19はEGR弁11の流量〔リットル／分〕とステッパモータ30のステップ数との関係を示す特性図であり、横軸はステッパモータ30のステップ数、縦軸はEGR流量を表わす。図19の流量特性において、ステッパモータ30のステップ数が「0」でEGR弁11が全閉、ステッパモータ30のステップ数が「48」でEGR弁11が全開となる。

【0014】この場合、EGR弁11の全開時（EGR流量が500〔リットル／分〕）において、EGR弁11の入口と出口との圧力差 ΔP が200mmHgとなることを示している。EGR弁11の前後の圧力差 ΔP は、全閉側では200mmHgよりも高くなることは言うまでもない。

【0015】図20および図21は従来の排気ガス還流制御装置のCPU200の動作を示すフローチャートであり、図20はメインルーチンの処理、図21はEGR制御処理ルーチンを示す。次に、図19～図21を参照しながら、図16～図18に示した従来の排気ガス還流制御装置の動作について説明する。

【0016】まず、メインルーチン内の他の制御処理ステップS1においては、点火信号 Q に基づくエンジン回転数 Ne の算出、A/D変換器203からのセンサ信号の読み込み、燃料制御等の処理が行われる。この制御処理ステップS1が終了すると、続いて、EGR制御処理ステップS2を実施し、ステップS1へ戻る。以上の制御処理ステップS1およびS2により、エンジン1の制御が実施される。

【0017】図20内のEGR制御処理ステップS2は、具体的には図21のように実行される。まず、ステップS601において、すでに他の制御処理ルーチンS

1で処理が終了しているエンジン回転数 Ne 、吸入空気量 Qa を読み込む。続いて、ステップS602において、読み出したエンジン回転数 Ne および吸入空気量 Qa に基づいて、あらかじめ決められた目標ステッパモータ開度（ステップ数）を算出する。

【0018】続いて、エンジン1の機関暖機状態による補正を実施するため、ステップS603において、他の処理ルーチンS1で処理済みの水温 T を読み込む。次に、ステップS604において、水温 T に応じて、S602で求めた目標ステッパモータ開度を水温 T が低ければ低いほど減少するように補正する。

【0019】最後に、ステップS605において、ステップS602およびS604で算出しかつ補正した目標ステッパモータ開度となるようにステッパモータ30を駆動し、リターンする。以上の処理ステップS601～S605によってEGR流量 Qr の制御が行われる。

【0020】次に、ステッパモータ30の具体的な動作について、図22および図23を参照しながら説明する。図22（a）、（b）は、EGR弁11を駆動するステッパモータ30の各相の相対関係と、ステッパモータ30と電子式制御ユニット22との結線関係とを示す説明図である。また、図23（a）、（b）は、ステッパモータ30の2相励磁方式による駆動パターンおよび回転方向を示す説明図である。

【0021】図22に示すように、コイルAおよびコイルBの巻線は、バッテリー20のプラスコモンを有するバイフェイラ巻きであり、同一コイル上で一方を励磁すると、他方の磁束方向は、それぞれ逆になるよう構成されている。

【0022】このように構成されたステッパモータ30を、図23に示す2相励磁方式で駆動すると、ステップ位置「0」においては、図22の円内の数で示す（1）相および（2）相のステータ（図22（a）内の斜線部）が励磁される。従って、ステータは、図22（a）に示した磁極（N、S）分布となり、これに呼応して、ロータのS極は、（1）相および（2）相により合成されたN極の中央部に相当するステップ位置「0」に位置決めされる。

【0023】ステップ位置「1」においては、コイルAの磁極が反転し、（1）相の励磁が解かれて（3）相が励磁されるため、ロータのS極は、図22（a）に示す矢印のように、（2）相および（3）相により合成されたN極の中央部に相当するステップ位置「1」に移動する。

【0024】ステップ位置「2」においては、コイルBの磁極が反転し、（2）相の励磁が解かれて（4）相が励磁されるため、ロータのS極は、更にステップ位置「2」に移動する。以下、2相ずつシフトしながら励磁されて、同様のパターンを与えることにより回転磁界が発生し、ステップ移動が繰り返され、モータ軸31は図

23 (b) のように反時計方向に回転する。また、図23 (a) とは逆の方向にパターンを変化させると、モータ軸31の回転方向は、逆(時計方向)となる。

【0025】以上の方法を用いて、図23 (a) 内の所定時間間隔 τ (100m秒、100PPS [パルス/秒] 相当) でステップモータ30の各コイルを励磁することにより、EGR弁11の弁開度 α (流量 Q_r に対応) の制御を実施することができる。

【0026】ここでは、EGR量制御のためのアクチュエータとしてステップモータ型のEGR弁11を用いたが、バキュームモータ型のEGR弁を用いてもよい。この場合、さらに、EGR弁開度 α を検出するための位置センサを設ければ、上述と同様にEGR弁開度 α を制御してEGR流量 Q_r を制御することができる。

【0027】ところが、EGR弁開度 α を制御しているため、EGR弁11の製造バラツキや経時変化によりEGR弁11の詰まり等が発生したときには、図24に示す通りEGR弁開度 α とEGR流量 Q_r との関係に誤差 ΔQ_r を生じ、排出ガス排出量が増大するおそれがある。図24において、実線は正規品の特性、破線は経時変化による弁詰まり品の特性、一点鎖線は製造バラツキの上限および下限特性である。

【0028】図24のようなEGR流量特性のバラツキ ΔQ_r が生じると、EGR弁開度 α のみでは正確なEGR流量 Q_r を得ることができず、特に、近年のアメリカのカリフォルニア州で見られるような排気ガス規制値の強化に対応することができなくなってしまう。また、エンジン1や他の部品のバラツキによっても、同様にEGR流量 Q_r に誤差が生じる。

【0029】さらに、蒸散ガス回収システム(図示せず)を備えたEGR制御装置の場合、蒸散ガス回収システムがEGR制御に対して独立に動作するため、EGR制御と蒸散ガス回収システムとが同時に動作することがあり得る。この場合、蒸散ガス回収システムの作動時の影響により吸気管圧力 P_m が変化し、正確なEGR流量 Q_r を算出することができなくなってしまう。

【0030】

【発明が解決しようとする課題】従来の排気ガス還流制御装置は以上のように構成されており、運転状態に応じたEGR弁開度 α によりEGR流量 Q_r を制御しているので、EGR弁11の製造バラツキや経時変化によりEGR弁詰まりが発生した場合に、図24に示す通りEGR弁開度 α とEGR流量 Q_r の関係に誤差を生じて排出ガス排出量が増大するという問題点があった。

【0031】また、エンジン1や他の部品のバラツキによっても、同様にEGR流量 Q_r に誤差が生じて排出ガス排出量が増大するという問題点があった。

【0032】さらに、蒸散ガス回収システムを有し、蒸散ガス回収システムがEGR制御と同時に動作した場合には、蒸散ガス回収システムの作動時の影響により吸気

管圧力 P_m が変化して、正確なEGR流量 Q_r を算出することができなくなってしまう、EGR流量 Q_r に誤差が生じて排出ガス排出量が増大するという問題点があった。

【0033】この発明の請求項1は上記のような問題点を解決するためになされたもので、EGR弁の特性バラツキによらず正確にEGR流量を制御することのできる排気ガス還流制御装置を得ることを目的とする。

【0034】また、この発明の請求項2は、請求項1において、さらに正確にEGR流量を制御することのできる排気ガス還流制御装置を得ることを目的とする。

【0035】また、この発明の請求項3は、請求項1または請求項2において、大気圧センサを省略することのできる排気ガス還流制御装置を得ることを目的とする。

【0036】また、この発明の請求項4は、吸気管圧力センサを省略することにより、コストアップを招くことなくEGR流量制御の信頼性を向上させた排気ガス還流制御装置を得ることを目的とする。

【0037】また、この発明の請求項5は、請求項4において演算により求められた吸気管圧力を補正し、エンジンや他の部品バラツキによる誤差を補償することにより、さらにEGR流量制御の信頼性を向上させた排気ガス還流制御装置を得ることを目的とする。

【0038】また、この発明の請求項6は、エアフローセンサを省略することにより、コストアップを招くことなくEGR流量制御の信頼性を向上させた排気ガス還流制御装置を得ることを目的とする。

【0039】また、この発明の請求項7は、請求項6において演算により求められた吸入空気量を補正し、エンジンや他の部品バラツキによる誤差を補償することにより、さらにEGR流量制御の信頼性を向上させた排気ガス還流制御装置を得ることを目的とする。

【0040】また、この発明の請求項8は、請求項6において、大気圧センサを省略することのできる排気ガス還流制御装置を得ることを目的とする。

【0041】また、この発明の請求項9および請求項10は、蒸散ガス回収システムの作動による吸気管圧力変化を防止して、蒸散ガス回収システムの影響を無くすることにより、さらにEGR流量制御の信頼性を向上させた排気ガス還流制御装置を得ることを目的とする。

【0042】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係る排気ガス還流制御装置は、内燃機関の排気ガスを吸気管へ還流させるEGR管と、EGR管内に流れる排気ガスのEGR流量を制御するEGR弁と、内燃機関の運転状態を検出するセンサ手段と、センサ手段からの運転状態情報に応じてEGR弁の制御を行うEGR流量制御手段とを備え、内燃機関の排気ガスの一部を内燃機関に再度還流させる排気ガス還流制御装置において、センサ手段は、吸気管への吸入空気量を検出するエアフローセン

サと、吸気管内の圧力を検出する吸気管圧力センサと、EGR管内の圧力を検出するEGR圧力センサとを含み、運転状態情報に応じて目標EGR率を算出する目標EGR率算出手段と、吸入空気量、吸気管圧力およびEGR圧力に基づいて実際のEGR率を算出する実EGR率算出手段とを含むEGR流量算出手段を有し、EGR流量制御手段は、EGR弁の通路面積を変更することにより、EGR率が目標EGR率と一致するようにEGR流量の制御を行うものである。

【0043】また、この発明の請求項2に係る排気ガス還流制御装置は、請求項1において、EGR圧力センサの設置位置よりも下流側のEGR管にオリフィスを設けたものである。

【0044】また、この発明の請求項3に係る排気ガス還流制御装置は、請求項1または請求項2において、内燃機関の停止状態時または吸気管の全開状態時の吸気管圧力に基づいて大気圧を求める大気圧検出手段を設けたものである。

【0045】また、この発明の請求項4に係る排気ガス還流制御装置は、内燃機関の排気ガスを吸気管へ還流させるEGR管と、EGR管内に流れる排気ガスのEGR流量を制御するEGR弁と、内燃機関の運転状態を検出するセンサ手段と、センサ手段からの運転状態情報に応じてEGR弁の制御を行うEGR流量制御手段とを備え、内燃機関の排気ガスの一部を内燃機関に再度還流させる排気ガス還流制御装置において、センサ手段は、吸気管への吸入空気量を検出するエアフローセンサと、EGR管内の圧力を検出するEGR圧力センサとを含み、内燃機関の回転数および吸入空気量に基づいて吸気管内の圧力を算出する吸気管圧力算出手段と、運転状態情報に応じて目標EGR率を算出する目標EGR率算出手段と、吸入空気量、吸気管圧力およびEGR圧力に基づいて実際のEGR率を算出する実EGR率算出手段とを含むEGR流量算出手段を有し、EGR流量制御手段は、EGR弁の通路面積を変更することにより、EGR率が目標EGR率と一致するようにEGR流量の制御を行うものである。

【0046】また、この発明の請求項5に係る排気ガス還流制御装置は、請求項4において、内燃機関の定常運転状態を判定する手段と、定常運転状態と判定されたときにEGR流量を強制的に0にするEGR制御禁止手段と、定常運転状態におけるEGR制御時のEGR圧力とEGR制御禁止状態におけるEGR圧力との偏差を算出するEGR圧力偏差算出手段と、EGR圧力偏差に基づいて吸気管圧力を補正する吸気管圧力補正手段とを設けたものである。

【0047】また、この発明の請求項6に係る排気ガス還流制御装置は、内燃機関の排気ガスを吸気管へ還流させるEGR管と、EGR管内に流れる排気ガスのEGR流量を制御するEGR弁と、内燃機関の運転状態を検出

するセンサ手段と、センサ手段からの運転状態情報に応じてEGR弁の制御を行うEGR流量制御手段とを備え、内燃機関の排気ガスの一部を内燃機関に再度還流させる排気ガス還流制御装置において、センサ手段は、吸気管内の圧力を検出する吸気管圧力センサと、EGR管内の圧力を検出するEGR圧力センサとを含み、内燃機関の回転数および吸気管圧力に基づいて吸気管への吸入空気量を算出する吸入空気量算出手段と、運転状態情報に応じて目標EGR率を算出する目標EGR率算出手段と、吸入空気量、吸気管圧力およびEGR圧力に基づいて実際のEGR率を算出する実EGR率算出手段とを含むEGR流量算出手段を有し、EGR流量制御手段は、EGR弁の通路面積を変更することにより、EGR率が目標EGR率と一致するようにEGR流量の制御を行うものである。

【0048】また、この発明の請求項7に係る排気ガス還流制御装置は、請求項6において、内燃機関の定常運転状態を判定する手段と、定常運転状態と判定されたときにEGR流量を強制的に0にするEGR制御禁止手段と、定常運転状態におけるEGR制御時のEGR圧力とEGR制御禁止状態におけるEGR圧力との偏差を算出するEGR圧力偏差算出手段と、EGR圧力偏差に基づいて吸入空気量を補正する吸入空気量補正手段とを設けたものである。

【0049】また、この発明の請求項8に係る排気ガス還流制御装置は、請求項6または請求項7において、内燃機関の停止状態時または吸気管の全開状態時の吸気管圧力に基づいて大気圧を求める大気圧検出手段を設けたものである。

【0050】また、この発明の請求項9に係る排気ガス還流制御装置は、請求項1から請求項8までのいずれかにおいて、燃料タンクからの蒸散ガスを内燃機関に回収するための蒸散ガス回収手段と、蒸散ガスの導入量を検出する蒸散ガス導入量検出手段と、蒸散ガス導入量に応じてEGR流量を補正するEGR流量補正手段とを設けたものである。

【0051】また、この発明の請求項9に係る排気ガス還流制御装置は、請求項1から請求項8までのいずれかにおいて、燃料タンクからの蒸散ガスを内燃機関に回収するための蒸散ガス回収手段と、EGR制御の実行中に蒸散ガス回収手段の動作を禁止する蒸散ガス回収禁止手段とを設けたものである。

【0052】

【作用】この発明の請求項1においては、運転状態、吸入空気量、吸気管圧力およびEGR圧力を検出し、運転状態、吸気管圧力およびEGR圧力から所定算出式に従って目標EGR率および実EGR率を推定算出し、吸入空気量、目標EGR率および実EGR率に基づいてEGR弁開度を制御する。これにより、正確にEGR流量を制御して排出ガス排出量を低減する。

【0053】また、この発明の請求項2においては、オリフィスによりEGR圧力と吸気管圧力との圧力差を顕著にするとともに、運転状態、吸入空気量、吸気管圧力およびEGR圧力を検出し、運転状態、吸気管圧力およびEGR圧力から所定算出式に従って目標EGR率および実EGR率を推定算出し、吸入空気量、目標EGR率および実EGR率に基づいてEGR弁開度を制御する。これにより、正確にEGR流量を制御して排出ガス排出量を低減する。

【0054】また、この発明の請求項3においては、運転状態、吸入空気量、吸気管圧力およびEGR圧力を検出し、停止運転状態または吸気管全開時での吸気管圧力から大気圧を推定検出するとともに、運転状態、吸気管圧力およびEGR圧力から所定算出式に従って目標EGR率および実EGR率を推定算出し、吸入空気量、目標EGR率および実EGR率に基づいてEGR弁開度を制御する。これにより、大気圧センサを不要としてコストダウンを実現するとともに、正確にEGR流量を制御して排出ガス排出量を低減する。

【0055】また、この発明の請求項4においては、運転状態、吸入空気量およびEGR圧力を検出して、所定算出式に従って吸気管圧力、目標EGR率、実EGR率および大気圧を推定算出し、吸入空気量、目標EGR率および実EGR率に基づいてEGR弁開度を制御し、正確にEGR流量を制御することにより排出ガス排出量を低減する。また、吸気管圧力センサを不要としてコストダウンを実現する。

【0056】また、この発明の請求項5においては、運転状態、吸入空気量およびEGR圧力を検出して、所定算出式に従って吸気管圧力、目標EGR率、実EGR率および大気圧を推定算出し、吸入空気量、目標EGR率および実EGR率に基づいてEGR弁開度を制御し、正確にEGR流量を制御する。これにより、排気ガス排出量を低減するとともに、吸気管圧力センサを不要としてコストダウンを実現する。また、所定運転状態でのEGR有無のEGR通路圧力偏差に基づいて算出吸入空気量を補正し、エンジンやEGR弁等の部品バラツキを補償する。

【0057】また、この発明の請求項6においては、運転状態、吸気管圧力およびEGR圧力を検出して、所定算出式に従って吸入空気量、目標EGR率、実EGR率および大気圧を推定算出し、吸入空気量、目標EGR率および実EGR率に基づいてEGR弁開度を制御し、正確にEGR流量を制御することにより排出ガス排出量を低減する。また、エアフローセンサを不要としてコストダウンを実現する。

【0058】また、この発明の請求項7においては、運転状態、吸気管圧力およびEGR圧力を検出して、所定算出式に従って吸入空気量、目標EGR率、実EGR率および大気圧を推定算出し、吸入空気量、目標EGR率

および実EGR率に基づいてEGR弁開度を制御し、正確にEGR流量を制御する。これにより、排気ガス排出量を低減するとともに、エアフローセンサを不要としてコストダウンを実現する。また、所定運転状態でのEGR有無のEGR通路圧力偏差に基づいて算出吸入空気量を補正し、エンジンやEGR弁等の部品バラツキを補償する。

【0059】また、この発明の請求項8においては、運転状態、吸気管圧力およびEGR圧力を検出し、停止運転状態または全開時での吸気管圧力から大気圧を推定検出するとともに、運転状態、吸気管圧力およびEGR圧力から所定算出式に従って吸入空気量、目標EGR率および実EGR率を推定算出し、吸入空気量、目標EGR率および実EGR率に基づいてEGR弁開度を制御する。これにより、正確にEGR流量を制御して排出ガス排出量を低減するとともに、エアフローセンサおよび大気圧センサを不要としてコストダウンを実現する。

【0060】また、この発明の請求項9においては、蒸散ガス導入量を算出して蒸散ガス導入量からEGR流量を補正し、蒸散ガス回収システムの影響をなくす。

【0061】また、この発明の請求項10においては、EGR制御時には、蒸散ガス回収システム動作を禁止することにより、蒸散ガス回収システムの影響をなくす。

【0062】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の実施例1（請求項1～請求項3に対応）を図について説明する。図1はこの発明の実施例1のシステム全体を概略的に示す構成図、図2は図1内の電子式制御ユニット22の詳細を示すブロック図、図3は図1内のEGR管10の周辺部を示す拡大断面図であり、各図において、1～5、7～17、20～22、100～105および200～208は前述と同様のものである。この場合、電子式制御ユニット22内のEGR流量制御手段の機能が前述と異なる。また、EGR弁11の具体的構造および駆動方法は、図18、図19、図22および図23に示した通りである。6は吸気管3内のインマニ部の吸気管圧力 P_m を検出する吸気管圧力センサ、18はEGR管10内のEGR圧力 P_r を検出するEGR圧力センサであり、吸気管圧力 P_m およびEGR圧力 P_r は、電子式制御ユニット22に入力されている。

【0063】19はEGR管10の両端間に圧力差が生じ易いようにEGR管10内に設けられたオリフィスであり、EGR圧力センサ18の設置位置よりも下流側すなわち吸気管3に近い位置に設けられている。23は電子式制御ユニット22からの警報信号Fに応答して点灯される警報ランプである。

【0064】また、図3において、 P_a は吸気管3内に質量としての吸入空気量 Q_a を計算するための大気圧、 P_{ex} は排気管15内の排気圧力である。なお、オリフ

イス19を設けなくてもEGR管10内には圧力差が存在するので、オリフィス19を省略することもできる。

【0065】電子式制御ユニット22は、吸気管圧力センサ6、エアフローセンサ12およびEGR圧力センサ18等を含む各種センサ手段からの運転状態情報に応じて目標EGR流量 Q_o を算出する目標EGR流量算出手段と、EGR流量 Q_r が目標EGR流量 Q_o と一致するようにEGR弁11の制御を行うEGR流量制御手段と、内燃機関の停止状態時または吸気管3の全開状態（スロットル弁7の全開）時の吸気管圧力 P_m に基づいて大気圧 P_a を求める大気圧検出手段とを備えている。この実施例1において、目標EGR流量算出手段は、ステッピングモータのステップ数を決定する手段として実現されている。

【0066】また、電子式制御ユニット22内のEGR流量算出手段は、運転状態情報に応じて目標EGR率 β_o を算出する目標EGR率算出手段と、吸入空気量 Q_a 、吸気管圧力 P_m およびEGR圧力 P_r に基づいて実際のEGR率 β_r を算出する実EGR率算出手段とを含み、EGR流量制御手段は、EGR弁11の通路面積を変更することにより、EGR率 β_r が目標EGR率 β_o と一致するようにEGR流量 Q_r の制御を行うようになっている。

【0067】なお、EGR率 β_r とは、新規の吸入空気量 Q_a に対するEGR流量 Q_r のことであり、後述する関係式（ Q_r/Q_a ）によって表わされる値である。ま

$$Q_r = K_r \cdot A_r \cdot \sqrt{\{2g \cdot (P_r/RTr) \cdot (P_r - P_m)\}} \dots (1)$$

【0072】但し、(1)式において、 K_r はオリフィス19の流量係数、 A_r はオリフィス19の通路面積またはEGR管10の面積（オリフィス無しの場合）、 g は重力加速度、 R はガス定数、 Tr はオリフィス19の上流のガス温度、 P_r はEGR圧力センサ18により検出されるEGR圧力、 P_m は吸気管圧力センサ6により検出される吸気管圧力であり、流量係数 K_r 、通路面積 A_r 、重力加速度 g およびガス定数 R は定数である。

【0073】また、(1)式において、 (P_r/RTr) はガス密度に関連する値であり、EGR管10の上流側のガス温度 Tr および排気圧力 P_{ex} の変化による影響が少ない（ガス温度 Tr および排気圧力 P_{ex} の変化範囲に対して、それぞれ10ppm程度）ので、ほぼ定数とみなすことができる。したがって、実際には、

(1)式は、以下の(2)式のように変形されて簡略化されたものが演算対象となる。

$$Q_r = K \sqrt{(P_r - P_m)} \dots (2)$$

【0075】但し、(2)式において、 $K = K_r \cdot A_r \cdot \sqrt{\{2g \cdot (P_r/RTr)\}}$ に相当する係数である。(2)式より明らかなように、EGR流量 Q_r は、EGR圧力 P_r および吸気管圧力 P_m から求められる。

【0076】次に、ステップS135において、実際のEGR率 β_r を算出する。このとき、EGR率 β_r は、

た、目標EGR率 β_o は、種々の運転条件（運転状態情報）に応じて予め設定される値である。

【0068】次に、図4および図5のフローチャートを参照しながら、図1～図3に示したこの発明の実施例1の動作について説明する。図20のメインルーチンによりEGR制御処理（ステップS2）が実行されると、以下のように、図4のEGR制御処理ルーチンが実行される。

【0069】まず、ステップS131において、各種センサ入力信号に基づいて、エンジン回転数 N_e 、吸入空気量 Q_a 、水温 T 等を読み込み、続いて、ステップS132において、読み込んだ情報に基づいて、予め決められた目標ステップモータ開度 α_o および目標EGR率 β_o を読み出す。これらのステップS131およびS132は、目標EGR率 β_o を読み出すことを除いて、前述（図21）のステップS601～S604に対応する。

【0070】ここで、もし、エンジン1およびEGR弁11にバラツキが無ければ、目標ステップモータ開度 α_o でEGR弁11が開けば目標EGR率 β_o が得られる。次に、EGR率 β_r を制御するため、ステップS133において、吸気管圧力 P_m およびEGR圧力 P_r を読み込み、続いて、ステップS134において、以下の(1)式（ベルヌーイ式）を演算することにより、EGR流量 Q_r を算出する。

【0071】

EGR流量 Q_r および新規吸入質量相当の吸入空気量 Q_a を用いて、以下のように算出することができる。

$$\beta_r = Q_r / Q_a$$

【0078】したがって、(2)式を代入すれば、EGR率 β_r は、以下の(3)式のように表わされる。

【0079】

$$\beta_r = (K/Q_a) \sqrt{(P_r - P_m)} \dots (3)$$

【0080】このように、ステップS131～S135により、EGR流量 Q_r をEGR圧力 P_r および吸気管圧力 P_m から求めることができる。したがって、吸気管圧力センサ6、エアフローセンサ12およびEGR圧力センサ18が設けられている場合は、吸入空気量 Q_a 、EGR圧力 P_r および吸気管圧力 P_m を用いて、EGR率 β_r を正確に検出することができる。

【0081】以上のように目標EGR率 β_o および実EGR率 β_r を求めた後、ステップS136において、目標EGR率 β_o と実EGR率 β_r との偏差 $\Delta\beta$ を演算し、EGR率偏差 $\Delta\beta = 0$ か否かにより両者が一致しているか否かを判定する。

【0082】もし、 $\beta_o = \beta_r$ （すなわち、YES）と判定されれば、実EGR率 β_r が目標EGR率と一致しているので、ステップS137において、EGR弁11のステップモータ駆動を停止し、ステップモータ開度 α

を保持する。一方、実EGR率 β_r が目標EGR率とが一致していない（すなわち、NO）と判定されれば、ステップS138へ進み、ステップS136で算出したEGR率偏差 $\Delta\beta$ に応じて、EGR弁11のステップモータ開度 α を変更する。

【0083】以上の処理から、目標EGR率 β_o と実EGR率 β_r とが一致するように制御することができ、運転状態に応じたEGR率 β_r の制御が可能となる。また、電子式制御ユニット22は、図5の処理ルーチンにより、吸気管圧力センサ6からの吸気管圧力 P_m を用いて大気圧 P_a を検出する。

【0084】まず、ステップS141において、エンジン回転情報から運転状態がエンスト状態か否かを判定する。もし、エンスト状態である（すなわち、YES）と判定されれば、このときの吸気管圧力 P_m は大気圧 P_a を示しているため、ステップS142において、吸気管圧力 P_m を大気圧 P_a として取り込み、ステップS143に進む。

【0085】一方、エンスト状態でない（すなわち、NO）と判定されれば、直ちにステップS143へ進み、スロットル開度センサ8からの情報から、スロットル開度 θ が全開を示す所定値以上か否かを判定する。

【0086】もし、スロットル開度 θ が所定値以上であってスロットル弁7が全開状態である（すなわち、YES）と判定されれば（スロットル開度 θ の所定値以上を全開と規定している場合）、このときの吸気管圧力 P_m は大気圧 P_a から吸気系の圧力損失分 γ だけ低下した圧力を示しているため、ステップS144に進み、吸気管圧力 P_m に損失分 γ を加えて大気圧 P_a として取り込み、リターンする。

【0087】一方、スロットル開度 θ が所定値未満であってスロットル弁7が全開状態でない（すなわち、NO）と判定されれば、ステップS144をスキップしてそのままリターンする。

【0088】以上の処理（ステップS141～S144）により、吸気管3に設けられた吸気管圧力センサ6を用いて大気圧 P_a を検出することができるので、体積流量を計測するエアフローセンサ12からの吸入空気量情報 Q_a を質量流量に変換するための大気圧センサは不要となる。したがって、コストアップを招くことなく、

$$P_m = \{ (Q_a + Q_r) 2R \cdot T_m \} / (V_c \cdot N_e \cdot \eta_v) \quad \dots (4)$$

【0095】但し、(4)式において、 T_m は吸気管3内の温度、 V_c はエンジン1のシリンダ容積、 N_e はエンジン回転数、 η_v は体積効率である。ここで、各動作点に対応する実際の目標EGR率 β_o を運転状態に応じて定めると、目標EGR率 β_o は、 $\beta_r = \beta_o$ から、以

$$P_m = (Q_a / N_e) (1 - \beta_o) 2R \cdot T_m / (V_c \cdot \eta_v) \quad \dots (6)$$

【0099】ここで、負荷 (Q_a / N_e) およびエンジン回転数 N_e に基づいて、目標EGR率 β_o 、吸気管温度 T_m 、体積効率 η_v は予め設定可能であるため、吸気

正確なEGR制御を実現することができる。

【0089】また、この発明の装置では、EGR流量 Q_r を制御するアクチュエータとしてステップモータ型のEGR弁11を用いているが、前述したように真空モータ型EGR弁を使用して、さらにEGR弁開度 α を検出する位置センサを設ければ、この発明と同様にEGR弁開度 α を制御してEGR流量 Q_r を制御することができる。

【0090】実施例2. なお、上記実施例1では、吸気管圧力 P_m とEGR圧力 P_r を検出するために2つの吸気管圧力センサ6および18を設ける必要があるため、十分なコストダウンを実現することができない。そこで、吸気管圧力 P_m を、吸気管圧力センサ6を用いることなく演算により求めてもよい。

【0091】図6は吸気管圧力センサ6を省略したこの発明の実施例2（請求項4に対応）のシステム全体を示す構成図、図7は図6内の電子式制御ユニット22の詳細構成を示すブロック図であり、各図において、1～5、7～23、100～105および200～208は前述と同様のものである。この場合、電子式制御ユニット22は、吸気管圧力 P_m を算出するための演算手段を備えている。

【0092】次に、図8のフローチャートを参照しながら、図6および図7に示したこの発明の実施例2の動作について説明する。図8において、S131、S132およびS134～S138は前述と同様のステップであり、S133aおよびS133bは前述のステップS133に対応している。図20のメインルーチンにおいて、EGR制御ステップS2が実行されると、図8のEGR制御ルーチンの実行に入る。

【0093】まず、ステップS131においてエンジン回転数 N_e 、吸入空気量 Q_a 、水温 T を読み込み、ステップS132において読込情報に基づいて目標ステップモータ開度 α および目標EGR率 β_o を読み出した後、EGR率 β_r を制御するため、ステップS133aにおいて、吸気管圧力 P_m を以下のように算出する。すなわち、吸気管圧力 P_m は、理論式から、以下の(4)式で表わされる。

$$【0094】$$

下の(5)式で表わされる。

$$【0096】 \beta_o = Q_r / Q_a \quad \dots (5)$$

【0097】上記(4)式に(5)式を代入すれば、吸気管圧力 P_m は、以下の(6)式で表わされる。

$$【0098】$$

管圧力 P_m は、負荷 (Q_a / N_e) およびエンジン回転数 N_e の関数 f を用いて、以下の(7)式で表わすことができる。

【0100】

$$P_m = f \{ (Q_a / N_e), N_e \} \cdot (Q_a / N_e) \cdots (7)$$

【0101】次に、ステップS133bにおいてEGR圧力 P_r を読み込み、以下、前述のステップS134～S138を実行する。すなわち、ステップS134において(2)式の演算を実行し、EGR流量 Q_r を算出し、ステップS135において(3)式の演算を実行し、実EGR率 β_r を算出し、ステップS136において、目標EGR率 β_o と実EGR率 β_r とが一致しているか否かを判定し、一致していればステップS137においてステップモータ駆動を停止し、一致していなければステップS138においてEGR率偏差 $\Delta\beta$ に応じてステップモータ開度 α を変更する。

【0102】以上の処理から、実施例1の場合と同様に、目標EGR率 β_o と実EGR率 β_r とが一致するように制御が行われ、運転状態に応じたEGR率 β_r の制御が可能となる。したがって、コストアップを招くことなく、正確なEGR制御を実現することができる。

【0103】実施例3。なお、従来より、吸気管圧力センサ6を用いて燃料噴射制御を実施している装置があるが、この発明の実施例1を適用した場合、エアフローセンサ12およびEGR圧力センサ18を追加する必要があるので、コストアップを招くことになる。そこで、エアフローセンサ12を省略して、運転状態および吸気管圧力 P_m に基づいて吸入空気量 Q_a を算出するようにしてもよい。

【0104】図9はエアフローセンサ12を省略したこの発明の実施例3(請求項6に対応)のシステム全体を示す構成図、図10は図9内の電子式制御ユニット22の詳細構成を示すブロック図であり、各図において、1

$$Q_m = \{ V_c \cdot N_e \cdot \eta_v / (2R \cdot T_m) \} \times P_m \cdots (8)$$

【0109】但し、(8)式において、 V_c はシリンダ容積、 N_e はエンジン回転数、 η_v は体積効率、 R はガス定数、 T_m は吸気管内温度、 P_m は吸気管圧力である。また、体積効率 η_v は、吸気管圧力 P_m 、エンジン回転数 N_e および目標EGR率 β_o の関数 f を用いて、以下の(9)式で表わされる。

$$\eta_v = f(P_m, N_e, \beta_o) \cdots (9)$$

【0111】また、(9)式において、実際の目標EGR

$$Q_m = K_p \cdot f(P_m, N_e) \cdot N_e \cdot P_m \cdots (11)$$

【0115】但し、(11)式において、 K_p は定数であり、以下のように表わされる。

$$K_p = V_c / (2R \cdot T_m)$$

$$Q_a = Q_m - Q_r$$

$$= K_p \cdot f(P_m, N_e) \cdot N_e \cdot P_m - Q_r \cdots (12)$$

【0119】続いて、ステップS135において前述の(3)式から実EGR率 β_r を算出し、ステップS136において、ステップS132およびS135で求められた目標EGR率 β_o と実EGR率 β_r との偏差 $\Delta\beta$ を演算し、両者が一致しているか否かを判定する。

～11、13～23、100～105および200～208は前述と同様のものである。この場合、電子式制御ユニット22は、吸入空気量 Q_a を算出するための演算手段を備えている。

【0105】次に、図11のフローチャートを参照しながら、この発明の実施例3の動作について説明する。図11において、S131～S138が前述と同様のステップであり、S200はエアフローセンサ12を用いずに吸入空気量 Q_a を算出するステップである。前述と同様に、図20のメインルーチンにおいてEGR制御ステップS2が実行されると、図11のEGR制御ルーチンの実行に入る。

【0106】まず、ステップS131においてエンジン回転数 N_e 、吸気管圧力 P_m 、水温 T を読み込み、ステップS132において読込情報に基づいて目標ステップモータ開度 α および目標EGR率 β_o を読み出す。ここで、エンジン1およびEGR弁11にバラツキが無ければ、目標ステップモータ開度 α_o にてEGR弁11が開けば目標EGR率 β_o が得られる。

【0107】次に、ステップS133においてさらにEGR圧力 P_r を読み込み、ステップS134において前述の(2)式の演算からEGR流量 Q_r を算出した後、EGR率 β_r を制御するため、ステップS200において、吸入空気量 Q_a を以下のように算出する。まず、吸気管3内の総合的な吸入空気量 $Q_m (=Q_a + Q_r)$ は、理論式から以下の(8)式で表わされる。

【0108】

R率 β_o を運転状態によって決めると、体積効率 η_v は、吸気管圧力 P_m およびエンジン回転数 N_e の関数となり、以下の(10)式で表わされる。

$$\eta_v = f(P_m, N_e) \cdots (10)$$

【0113】(8)式および(10)式から、総合的な吸入空気量 Q_m は、以下の(11)式で表わされる。

【0114】

【0117】したがって、吸入空気量 Q_a は、以下の(12)式で表わされる。

【0118】

【0120】そして、もし目標EGR率 β_o と実EGR率 β_r とが一致していれば、実EGR率 β_r が目標EGR率 β_o となっているので、ステップモータ駆動を停止させてステップモータ開度 α を保持し、一致していなければ、ステップS138に進み、ステップS136で算

出されたEGR率偏差 $\Delta\beta$ に応じてステップモータ開度 α を変更する。

【0121】これにより、目標EGR率 β_o と実EGR率 β_r とが一致するように制御することができ、運転状態に応じたEGR率 β_r の制御が可能となる。以上の構成および処理により、コストアップを抑制して正確なEGR制御を実行することができる。

【0122】実施例4。（請求項8に対応）

なお、上記実施例3においては、吸気管圧力センサ6が設けられているため、実施例1の場合と同様に、エンジン1の停止時または吸気管全開時の吸気管圧力 P_m により大気圧を推定検出することにより、大気圧センサを省略することができる。

【0123】実施例5。なお、上記実施例2～実施例4では、センサを省略してコストダウンを実現するために、それぞれ、吸気管圧力 P_m および吸入空気量 Q_a を所定演算式すなわち（7）式および（12）式により算出してEGR制御を実行したが、エンジン1やEGR弁11等の部品バラツキが存在した場合、上記演算式から得られた吸気管圧力 P_m および吸入空気量 Q_a に誤差を生じ、結局、EGR制御に誤差を生じてしまうことになる。

【0124】そこで、エンジン1やEGR弁11等の部品バラツキによる上記のEGR制御誤差を補償することが望ましい。図12は部品バラツキによる制御誤差を相殺補正により補償できるようにしたこの発明の実施例5（請求項5および請求項7に対応）の補償処理ルーチンを示すフローチャートである。

【0125】この場合、実施例2（図6）および実施例3（図9）の電子式制御ユニット22に対して、内燃機関の定常運転状態を判定する定常運転判定手段と、定常運転状態と判定されたときにEGR流量 Q_r を強制的に0にするEGR制御禁止手段と、定常運転状態におけるEGR制御時のEGR圧力 P_{ra} とEGR制御禁止状態におけるEGR圧力 P_{rb} との偏差 ΔP_r を算出するEGR圧力偏差算出手段とが設けられている。

【0126】また、この実施例5を適用する場合、実施例2の電子式制御ユニット22には、EGR圧力偏差 ΔP_r に基づいて吸気管圧力 P_m を補正する吸気管圧力補正手段が設けられ、実施例3の電子式制御ユニット22には、EGR圧力偏差 ΔP_r に基づいて吸入空気量 Q_a を補正する吸入空気量補正手段が設けられている。これにより、ステップS133aで算出された吸気管圧力 P_m 、および、ステップS203で算出された吸入空気量 Q_a を、それぞれ補償するようになっている。

【0127】まず、図12内のステップS211において、エンジン1が定常運転状態か否かを判定する。すなわち、EGR制御有りの状態でかつエンジン1が暖機状態であることを確認した後、エンジン回転数 N_e の変化量およびスロットル開度 θ の変化量が所定値以下か否か

により定常運転状態か否かを判定する。

【0128】もし、定常運転状態で無い（すなわち、NO）と判定されれば、そのままリターンし、定常運転状態である（すなわち、YES）と判定されれば、ステップS212に進み、EGR制御有りの状態でのEGR通路10内の圧力 P_{ra} を検出する。

【0129】続いて、ステップS213において、EGR制御禁止手段により強制的にEGR制御を無しとした後、ステップS214において、EGR制御無しの状態でのEGR通路10内の圧力 P_{rb} を検出する。次に、検出されたEGR圧力 P_{ra} および P_{rb} から、EGR圧力偏差 ΔP_r を算出する。もし、エンジン1等の部品にバラツキが無ければ、EGR圧力偏差 ΔP_r は、予め決められた所定値となる。

【0130】一方、もし、部品にバラツキがあれば、EGR圧力偏差 ΔP_r の変化に表われるので、ステップS216において、EGR圧力偏差 ΔP_r に応じた補正係数をマップ演算等により読み出す。こうして、定常運転時にEGR制御を有無に切替えたときのEGR圧力偏差 ΔP_r により、部品バラツキに対する補正係数が求められる。

【0131】以下、バラツキ補正係数を用いて、前述のように演算により求められた吸気管圧力 P_m （図8内のステップS133a参照）および吸入空気量 Q_a （図10内のステップS203参照）に対して、バラツキ誤差を相殺するように乗算または加算する。これにより、部品バラツキに起因するEGR制御誤差を補償することができる。

【0132】実施例6。なお、上記実施例1～実施例5では、吸入空気量 Q_a 、吸気管圧力 P_m およびEGR圧力 P_r の各情報に基づいて、EGR流量 Q_r および大気圧 P_a を検出し、正確にEGR流量 Q_r を制御しているが、蒸散ガス回収システム（蒸散ガス回収手段）を有する装置の場合、EGR流量 Q_r 以外に蒸散ガスが吸気管3のインテークマニホールドに導入されるため、蒸散ガスの導入によって吸気管圧力 P_m が変化するというおそれがある。

【0133】このような吸気管圧力 P_m の変化に伴い、EGR流量 Q_r に誤差が生じ、EGR制御に誤差を生じてしまうことになる。そこで、蒸散ガス回収システム動作によるEGR制御誤差を補償することが望ましい。

【0134】図13は蒸散ガス回収システムを有する場合の制御誤差を補償できるようにしたこの発明の実施例6（請求項9に対応）を示す構成図、図14は図13内の電子式制御ユニット22の詳細を示すブロック図であり、各図において、1～23、100～105および200～208は前述と同様のものである。

【0135】24～28は蒸散ガス回収システムの構成要素であり、24は蒸散ガスを吸気管3に導入するための回収管、25は電子式制御ユニット22の制御下で回

収管 24 を開閉して蒸散ガスを吸気管 3 内に選択的に導入するバージソレノイド、26 はバージソレノイド 25 の上流側に設けられて蒸散ガスが吸着されるキャニスタ、27 はキャニスタ 26 の上流側に設けられたチェックバルブ、28 は回収管 24 の上流端に設けられて燃料が充填される燃料タンクである。

【0136】上記のように構成された蒸散ガス回収システム 24~28 は、以下のように動作する。まず、燃料タンク 28 内の燃料が蒸発して蒸散ガスとなり、この蒸散ガスの圧力が所定圧力を越えると、チェックバルブ 27 が開いてキャニスタ 26 に蒸散ガスが吸着される。

【0137】一方、エンジン 1 の始動後、所定条件が成立すれば、電子式制御ユニット 22 は、バージ制御信号 C_p によりバージソレノイド 25 を動作させて、キャニスタ 26 に吸着された蒸散ガスをエンジン 1 の吸気管 3 内に導入する。これにより、燃料タンク 28 から発生した蒸散ガスをエンジン 1 に回収することができる。

【0138】この場合、燃料タンク 28 からの蒸散ガスをエンジン 1 に回収するための蒸散ガス回収手段 24~27 が設けられているので、電子式制御ユニット 22 には、運転状態に応じてバージ制御信号 C_p を生成するバージ制御手段と、蒸散ガス導入量 Q_p を運転状態に応じたマップ演算により推定検出する蒸散ガス導入量検出手段と、蒸散ガス導入量 Q_p に応じて EGR 流量 Q_r を補正する EGR 流量補正手段とが設けられている。

【0139】次に、図 15 のフローチャートを参照しながら、この発明の実施例 6 による補償動作について説明する。図 15 は蒸散ガス導入量を検出して EGR 流量 Q_r を補償するための処理ルーチンを示すフローチャートである。

【0140】まず、ステップ S241 において、運転状態に応じて、エンジン 1 に導入される蒸散ガス導入量 Q_p を算出する。次に、ステップ S242 において、蒸散ガス導入量 Q_p および EGR 流量 Q_r から、真の EGR 流量 $Q_{r'}$ を以下の (13) 式により求める。

$$【0141】Q_{r'} = Q_r - Q_p \quad \cdots (13)$$

【0142】これにより、EGR 流量 Q_r が補正され、正確な EGR 制御が可能となる。また、EGR 制御および蒸散ガス回収システムを独立に作動させた場合も、正確な EGR 制御が可能なのは言うまでもない。

【0143】実施例 7. なお、上記実施例 6 では、ステップ S242 により真の EGR 流量 $Q_{r'}$ を求めたが、真の目標 EGR 流量 Q_o' を求めて目標 EGR 流量 Q_o を補正しても、結果的に真の EGR 流量 $Q_{r'}$ が得られる。また、蒸散ガス導入量 Q_p に応じて、EGR 率 β_r または目標 EGR 率 β_o を補正しても、結果的に真の EGR 流量 $Q_{r'}$ が得られて同様の効果を奏する。

【0144】実施例 8. また、上記実施例 6 では、蒸散ガス導入量検出手段が、運転状態に基づく演算により蒸散ガス導入量 Q_p を推定検出したが、バージソレノイド

25 の下流側に流量計を設け、蒸散ガス導入量 Q_p を直接検出してもよい。

【0145】実施例 9. (請求項 10 に対応)

さらに、上記実施例 6 では、蒸散ガス導入量 Q_p を減算して真の EGR 流量 $Q_{r'}$ を求めることにより EGR 流量 Q_r を補正するようにしたが、電子式制御ユニット 22 に蒸散ガス回収禁止手段を設け、EGR 制御中においては、蒸散ガス回収システムの動作を禁止するようにしてもよい。

【0146】すなわち、電子式制御ユニット 22 内の蒸散ガス回収禁止手段は、EGR 制御中であることを判定したときにはバージ制御信号 C_p をオフに固定し、蒸散ガス導入量 Q_p を 0 にする。これにより、蒸散ガスが回収されないため、EGR 流量 Q_r に制御誤差が生じることはない。

【0147】

【発明の効果】以上のようにこの発明の請求項 1 によれば、内燃機関の排気ガスを吸気管へ還流させる EGR 管と、EGR 管内に流れる排気ガスの EGR 流量を制御する EGR 弁と、内燃機関の運転状態を検出するセンサ手段と、センサ手段からの運転状態情報に応じて EGR 弁の制御を行う EGR 流量制御手段とを備え、内燃機関の排気ガスの一部を内燃機関に再度還流させる排気ガス還流制御装置において、センサ手段は、吸気管への吸入空気量を検出するエアフローセンサと、吸気管内の圧力を検出する吸気管圧力センサと、EGR 管内の圧力を検出する EGR 圧力センサとを含み、運転状態情報に応じて目標 EGR 率を算出する目標 EGR 率算出手段と、吸入空気量、吸気管圧力および EGR 圧力に基づいて実際の EGR 率を算出する実 EGR 率算出手段とを含む EGR 流量算出手段を有し、EGR 流量制御手段は、EGR 弁の通路面積を変更することにより、EGR 率が目標 EGR 率と一致するように EGR 流量の制御を行うようにしたので、EGR 弁の特性バラツキによらず、正確に EGR 流量を制御して排出ガス排出量を低減することのできる排気ガス還流制御装置が得られる効果がある。

【0148】また、この発明の請求項 2 によれば、請求項 1 において、EGR 圧力センサの設置位置よりも下流側の EGR 管にオリフィスを設け、オリフィスにより EGR 圧力と吸気管圧力との圧力差を顕著にするようにしたので、さらに正確に EGR 流量を制御することのできる排気ガス還流制御装置が得られる効果がある。

【0149】また、この発明の請求項 3 によれば、請求項 1 または請求項 2 において、内燃機関の停止状態または吸気管の全開状態時の吸気管圧力に基づいて大気圧を求める大気圧検出手段を設けたので、大気圧センサを不要としてコストダウンを実現するとともに、EGR 弁の特性バラツキによらず正確に EGR 流量を制御することのできる排気ガス還流制御装置が得られる効果がある。

【0150】また、この発明の請求項4によれば、内燃機関の排気ガスを吸気管へ還流させるEGR管と、EGR管内に流れる排気ガスのEGR流量を制御するEGR弁と、内燃機関の運転状態を検出するセンサ手段と、センサ手段からの運転状態情報に応じてEGR弁の制御を行うEGR流量制御手段とを備え、内燃機関の排気ガスの一部を内燃機関に再度還流させる排気ガス還流制御装置において、センサ手段は、吸気管への吸入空気量を検出するエアフローセンサと、EGR管内の圧力を検出するEGR圧力センサとを含み、内燃機関の回転数および吸入空気量に基づいて吸気管内の圧力を算出する吸気管圧力算出手段と、運転状態情報に応じて目標EGR率を算出する目標EGR率算出手段と、吸入空気量、吸気管圧力およびEGR圧力に基づいて実際のEGR率を算出する実EGR率算出手段とを含むEGR流量算出手段を有し、EGR流量制御手段は、EGR弁の通路面積を変更することにより、EGR率が目標EGR率と一致するようにEGR流量の制御を行うようにしたので、吸気管圧力センサを不要としてコストダウンを実現するとともに、EGR流量制御の信頼性を向上させた排気ガス還流制御装置が得られる効果がある。

【0151】また、この発明の請求項5によれば、請求項4において、内燃機関の定常運転状態を判定する手段と、定常運転状態と判定されたときにEGR流量を強制的に0にするEGR制御禁止手段と、定常運転状態におけるEGR制御時のEGR圧力とEGR制御禁止状態におけるEGR圧力との偏差を算出するEGR圧力偏差算出手段と、EGR圧力偏差に基づいて吸気管圧力を補正する吸気管圧力補正手段とを設けたので、吸気管圧力センサを不要としてコストダウンを実現するとともに、エンジンや他の部品バラツキによる誤差を補償することができ、さらにEGR流量制御の信頼性を向上させた排気ガス還流制御装置が得られる効果がある。

【0152】また、この発明の請求項6によれば、内燃機関の排気ガスを吸気管へ還流させるEGR管と、EGR管内に流れる排気ガスのEGR流量を制御するEGR弁と、内燃機関の運転状態を検出するセンサ手段と、センサ手段からの運転状態情報に応じてEGR弁の制御を行うEGR流量制御手段とを備え、内燃機関の排気ガスの一部を内燃機関に再度還流させる排気ガス還流制御装置において、センサ手段は、吸気管内の圧力を検出する吸気管圧力センサと、EGR管内の圧力を検出するEGR圧力センサとを含み、内燃機関の回転数および吸気管圧力に基づいて吸気管への吸入空気量を算出する吸入空気量算出手段と、運転状態情報に応じて目標EGR率を算出する目標EGR率算出手段と、吸入空気量、吸気管圧力およびEGR圧力に基づいて実際のEGR率を算出する実EGR率算出手段とを含むEGR流量算出手段を有し、EGR流量制御手段は、EGR弁の通路面積を変更することにより、EGR率が目標EGR率と一致する

ようにEGR流量の制御を行うようにしたので、エアフローセンサを不要としてコストダウンを実現するとともに、EGR流量制御の信頼性を向上させた排気ガス還流制御装置が得られる効果がある。

【0153】また、この発明の請求項7によれば、請求項6において、内燃機関の定常運転状態を判定する手段と、定常運転状態と判定されたときにEGR流量を強制的に0にするEGR制御禁止手段と、定常運転状態におけるEGR制御時のEGR圧力とEGR制御禁止状態におけるEGR圧力との偏差を算出するEGR圧力偏差算出手段と、EGR圧力偏差に基づいて吸入空気量を補正する吸入空気量補正手段とを設けたので、エアフローセンサを不要としてコストダウンを実現するとともに、エンジンや他の部品バラツキによる誤差を補償することができ、さらにEGR流量制御の信頼性を向上させた排気ガス還流制御装置が得られる効果がある。

【0154】また、この発明の請求項8によれば、請求項6または請求項7において、内燃機関の停止状態時または吸気管の全開状態時の吸気管圧力に基づいて大気圧を求める大気圧検出手段を設けたので、エアフローセンサとともに大気圧センサをも不要としてコストダウンを実現し、さらに、EGR弁の特性バラツキによらず正確にEGR流量を制御することのできる排気ガス還流制御装置が得られる効果がある。

【0155】また、この発明の請求項9によれば、請求項1から請求項8までのいずれかにおいて、燃料タンクからの蒸散ガスを内燃機関に回収するための蒸散ガス回収手段と、蒸散ガスの導入量を検出する蒸散ガス導入量検出手段と、蒸散ガス導入量に応じてEGR流量を補正するEGR流量補正手段とを設け、蒸散ガス回収システムの作動時の吸気管圧力変化を防止するようにしたので、蒸散ガス回収システムの影響がなくなり、さらにEGR流量制御の信頼性を向上させた排気ガス還流制御装置が得られる効果がある。

【0156】また、この発明の請求項10によれば、請求項1から請求項8までのいずれかにおいて、燃料タンクからの蒸散ガスを内燃機関に回収するための蒸散ガス回収手段と、EGR制御の実行中に蒸散ガス回収手段の動作を禁止する蒸散ガス回収禁止手段とを設けたので、EGR制御に対する蒸散ガス回収システムの影響がなくなり、さらにEGR流量制御の信頼性を向上させた排気ガス還流制御装置が得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1のシステム全体を概略的に示す構成図である。

【図2】図1内の電子式制御ユニットの具体的構成を示すブロック図である。

【図3】図1内のEGR管の周辺を示す拡大断面図である。

【図4】この発明の実施例1のメインルーチンによるE

G R制御処理の動作を示すフローチャートである。

【図 5】この発明の実施例 1 による大気圧検出処理を示すフローチャートである。

【図 6】この発明の実施例 2 のシステム全体を概略的に示す構成図である。

【図 7】図 6 内の電子式制御ユニットの具体的構成を示すブロック図である。

【図 8】この発明の実施例 2 による E G R 制御処理の動作を示すフローチャートである。

【図 9】この発明の実施例 3 のシステム全体を概略的に示す構成図である。

【図 10】図 9 内の電子式制御ユニットの具体的構成を示すブロック図である。

【図 11】この発明の実施例 3 による E G R 処理動作を示すフローチャートである。

【図 12】この発明の実施例 5 による補償処理動作を示すフローチャートである。

【図 13】この発明の実施例 6 のシステム全体を概略的に示す構成図である。

【図 14】図 13 内の電子式制御ユニットの具体的構成を示すブロック図である。

【図 15】この発明の実施例 6 による蒸散ガス導入量に応じた補償処理動作を示すフローチャートである。

【図 16】従来のステッパモータ型の排気ガス還流制御装置のシステム全体を示す構成図である。

【図 17】図 16 内の電子式制御ユニットの具体的構成を示すブロック図である。

【図 18】図 5 内の E G R 弁の具体的構成を示す側断面図である。

【図 19】一般的な E G R 弁の流量特性を示す特性図である。

【図 20】一般的な電子式制御ユニットによる制御処理動作のメインルーチンを示すフローチャートである。

【図 21】従来の E G R 制御処理動作を示すフローチャートである。

【図 22】一般的なステッパモータの動作原理を駆動基本結線図とともに示す説明図である。

【図 23】一般的なステッパモータの 2 相励磁方式による駆動パターンおよび回転方向を示す説明図である。

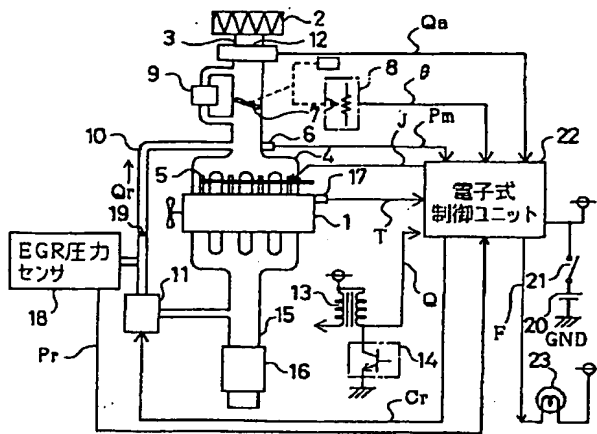
【図 24】従来の E G R 制御における問題点を説明するための特性図である。

【符号の説明】

1 エンジン
3 吸気管
6 吸気管圧力センサ
8 スロットル開度センサ
10 E G R 管
11 E G R 弁
12 エアフローセンサ

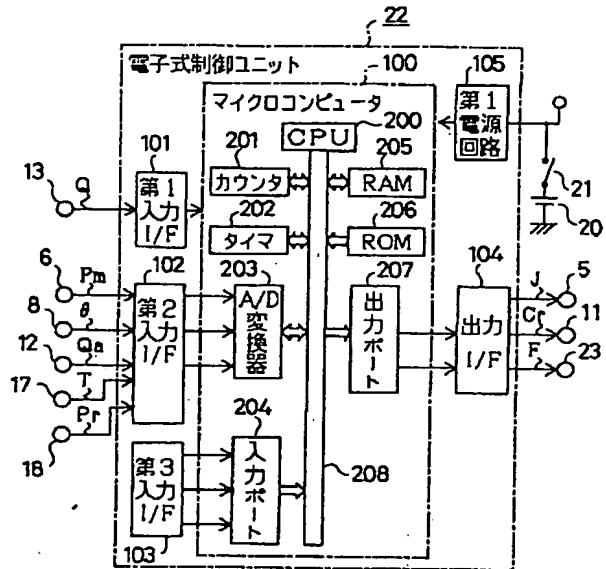
13 点火コイル
15 排気管
17 水温センサ
18 E G R 圧力センサ
19 オリフィス
22 電子式制御ユニット
24 回気管
25 バージソレノイド
26 キャニスタ
27 チェックバルブ
28 燃料タンク
C r E G R 制御信号
C p バージ制御信号
P a 大気圧
P m 吸気管圧力
P r E G R 圧力
P r A E G R 制御中の E G R 圧力
P r B E G R 制御禁止中の E G R 圧力
Q a 吸入空気量
Q r E G R 流量
T 冷却水温度
Q 点火信号
 βo 目標 E G R 率
 βr 実 E G R 率
 θ スロットル開度
S 1 3 2 目標 E G R 率を算出するステップ
S 1 3 3 a 吸気管圧力を算出するステップ
S 1 3 4 E G R 流量を算出するステップ
S 1 3 5 実 E G R 率を算出するステップ
S 1 3 6 目標 E G R 率と実 E G R 率とを比較するステップ
S 1 3 8 E G R 率偏差に応じて E G R 流量を制御するステップ
S 1 4 1 内燃機関の停止状態を判定するステップ
S 1 4 2、S 1 4 4 大気圧を推定検出するステップ
S 1 4 3 吸気管全開状態を判定するステップ
S 2 0 0 吸入空気量を算出するステップ
S 2 1 1 定常運転状態を判定するステップ
S 2 1 2 E G R 制御時の E G R 圧力を検出するステップ
S 2 1 3 E G R 流量を強制的に 0 にするステップ
S 2 1 4 E G R 制御禁止時の E G R 圧力を検出するステップ
S 2 1 5 E G R 圧力偏差を算出するステップ
S 2 1 6 E G R 圧力偏差に基づいて補正係数を算出するステップ
S 2 4 1 蒸散ガスの導入量を演算検出するステップ
S 2 4 2 蒸散ガス導入量に応じて E G R 率を補正するステップ

【図 1】

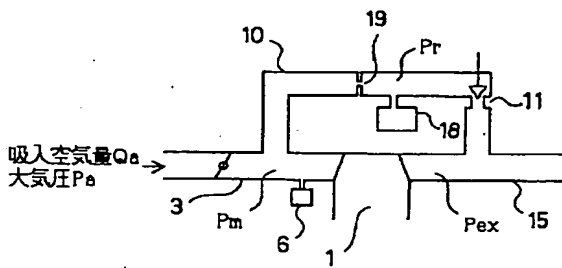


- | | |
|---------------|--------------------|
| 1: エンジン | 19: オリフィス |
| 3: 吸気管 | θ : スロットル開度 |
| 6: 吸気管圧力センサ | P_m : 吸気管圧力 |
| 8: スロットル開度センサ | T : 冷却水温 |
| 10: EGR管 | Q : 点火信号 |
| 11: EGR弁 | Cr : EGR制御信号 |
| 12: エアフローセンサ | Pr : EGR圧力 |
| 13: 点火コイル | Q_a : 吸入空気量 |
| 15: 排気管 | F : 警報信号 |
| 17: 水温センサ | Q_r : EGR流量 |
| 18: EGR圧力センサ | |

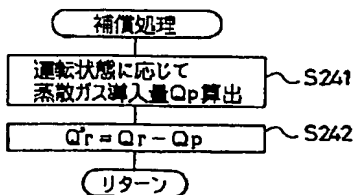
【図 2】



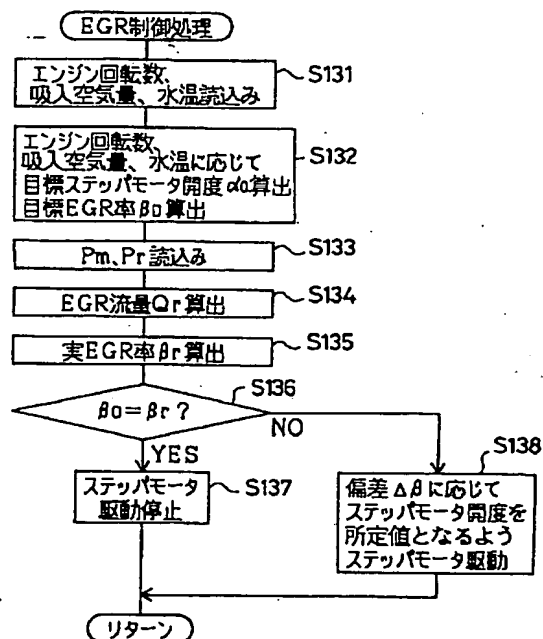
【図 3】



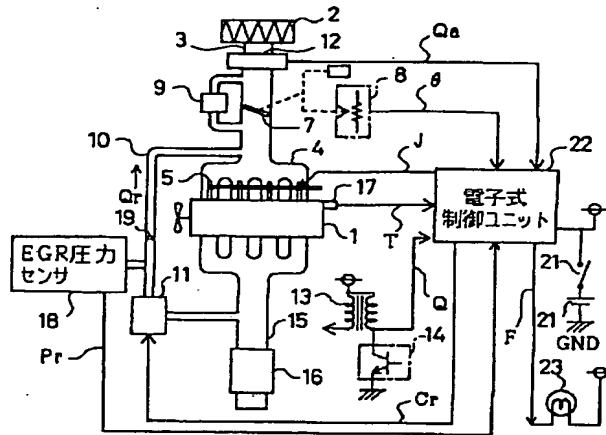
【図 15】



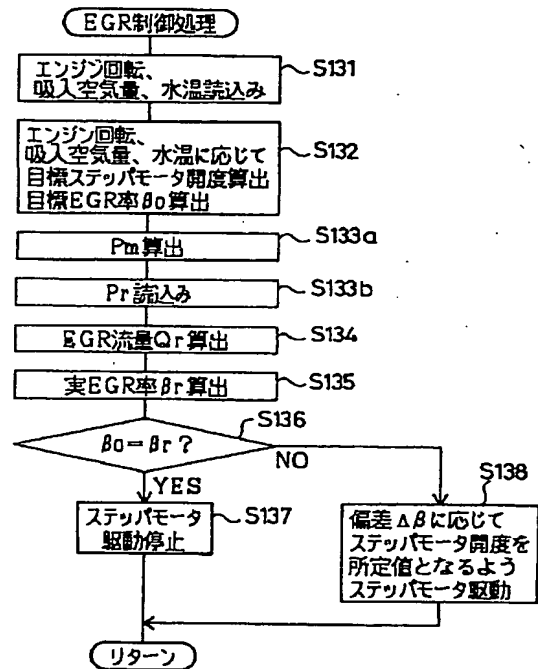
【図 4】



【図 6】



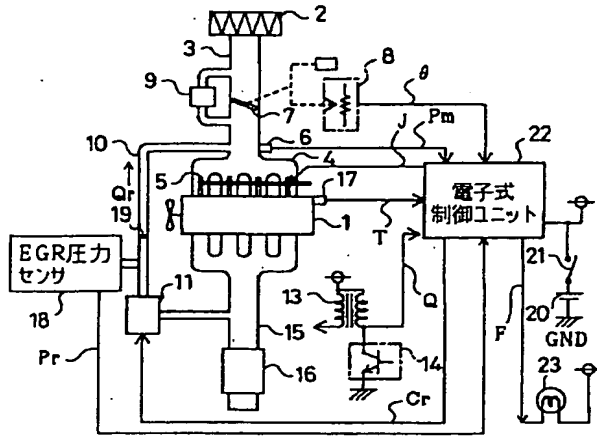
【図 8】



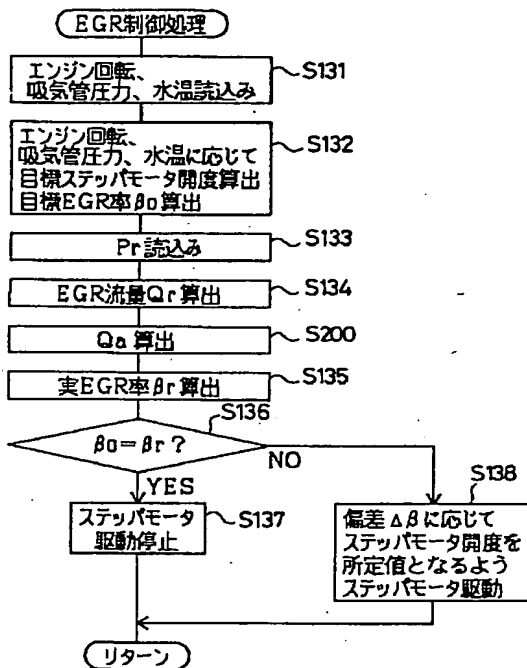
```

graph TD
    Main([メインルーチン]) --> Decision{ }
    Decision --> S1[他の制御処理 S1]
    Decision --> S2[EGR制御処理 S2]
    S1 --> Merge(( ))
    S2 --> Merge
    Merge --> Main
  
```

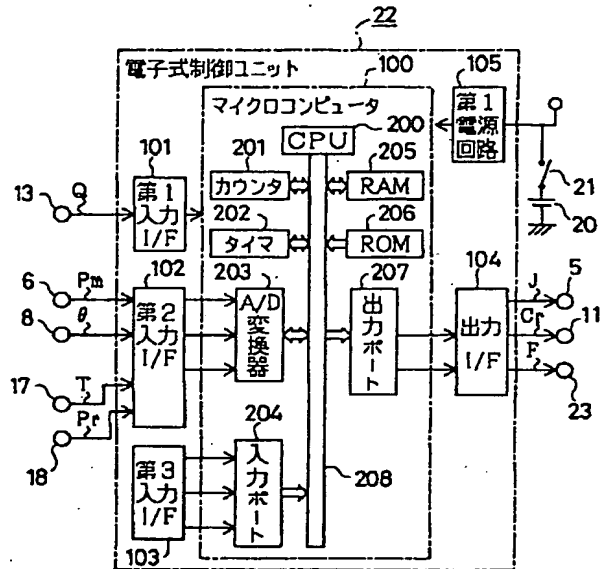
【図 9】



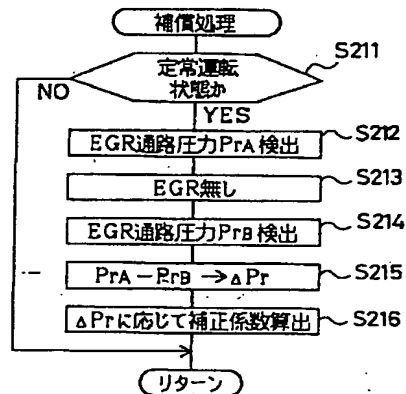
【図 11】



【図 10】



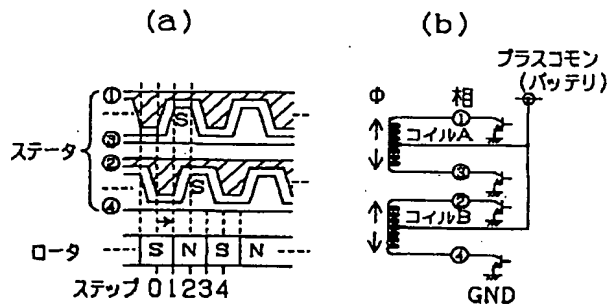
【図 12】



PrA : EGR制御中のEGR圧力

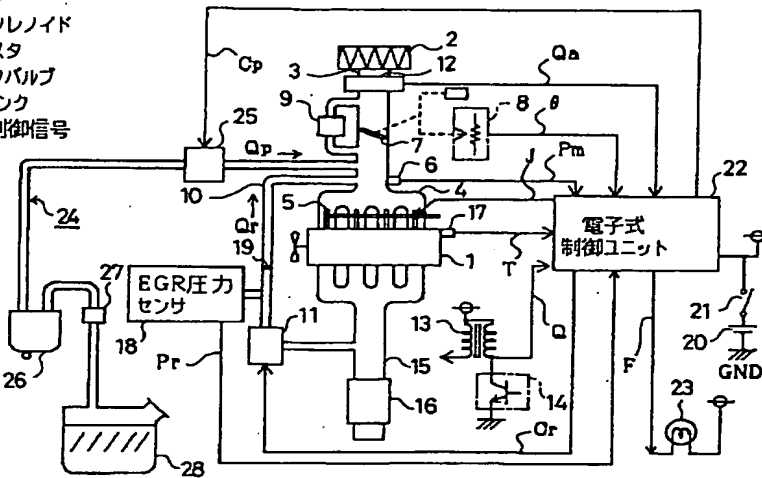
PrB : EGR制御禁止中のEGR圧力

【図 22】

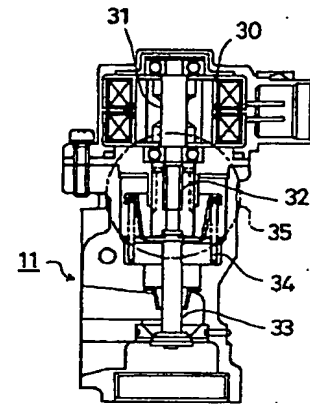


【図13】

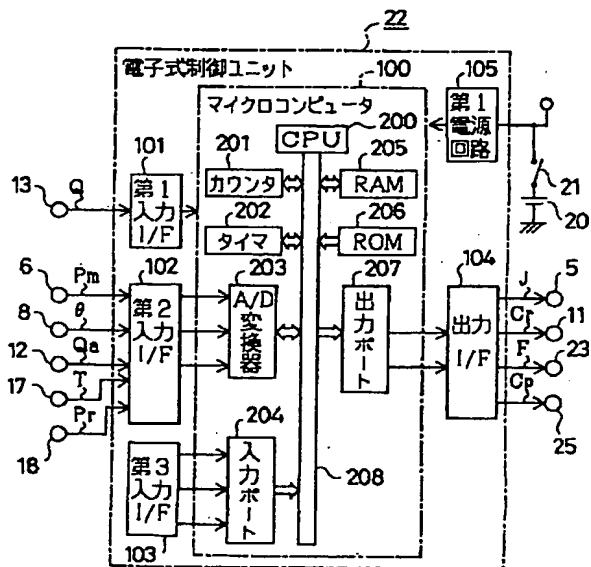
- 24: 回収管
 25: パージソレノイド
 26: キャニスタ
 27: チェックバルブ
 28: 燃料タンク
 Cp: パージ制御信号



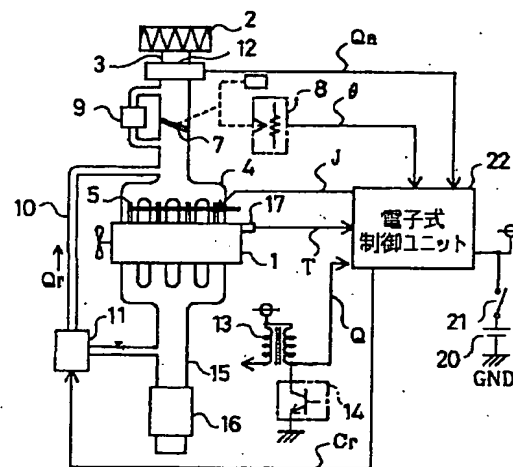
【図18】



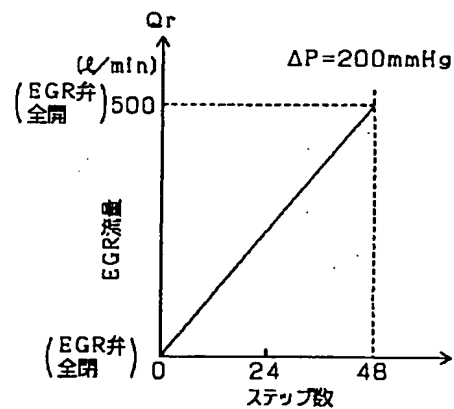
【図14】



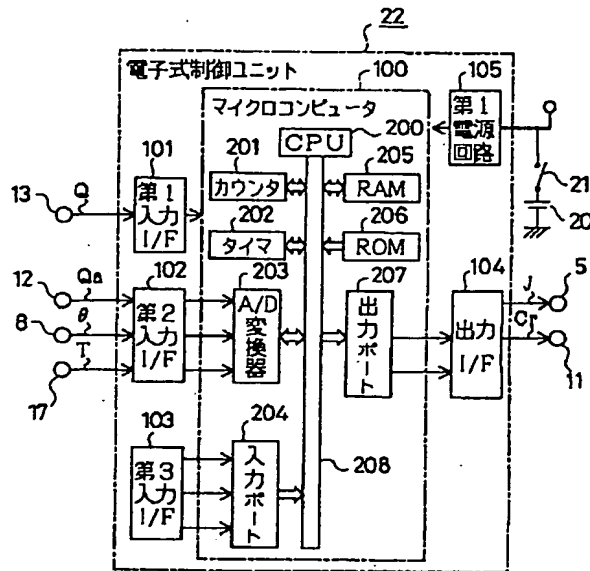
【図16】



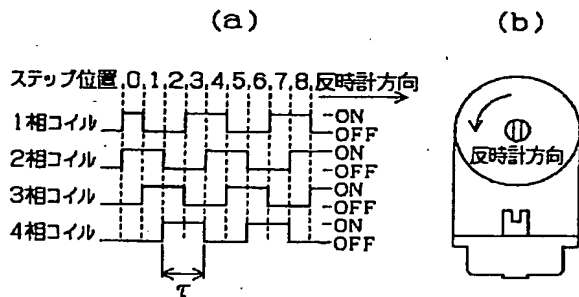
【図19】



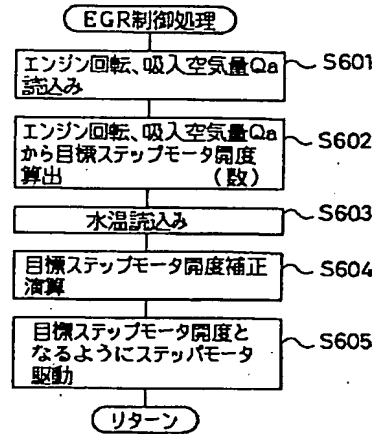
【図 17】



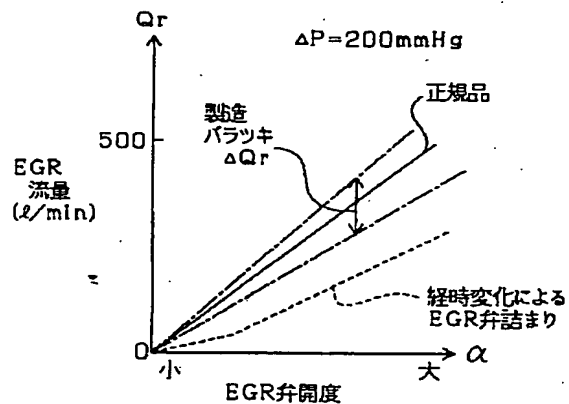
【図 23】



【図 21】



【図 24】



【手続補正書】

【提出日】平成 7 年 2 月 10 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】図 19 は EGR 弁 11 の入口と出口との圧力差 ΔP を 200 mmHg とした場合の EGR 弁 11 の流量 [リットル/分] とステッパモータ 30 のステップ数との関係を示す特性図であり、横軸はステッパモータ 30 のステップ数、縦軸は EGR 流量を表わす。図 19 の流量特性において、ステッパモータ 30 のステップ数

が「0」で EGR 弁 11 が全閉、ステッパモータ 30 のステップ数が「48」で EGR 弁 11 が全開となる。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】削除

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0129

【補正方法】変更

【補正内容】

【0129】続いて、ステップ S213 において、EG

R制御禁止手段により強制的にEGR制御を無しとした後、ステップS214において、EGR制御無しの状態でのEGR通路10内の圧力 $P_r B$ を検出する。同様に、減速中（EGR無し）において強制的にEGR導入しても、EGR有無での圧力 $P_r A$ および $P_r B$ を検出

することができる。次に、検出されたEGR圧力 $P_r A$ および $P_r B$ から、EGR圧力偏差 ΔP_r を算出する。もし、エンジン1等の部品にバラツキが無ければ、EGR圧力偏差 ΔP_r は、予め決められた所定値となる。